LEHRBUCH

DER

PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

FÜR

ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

DR. AUGUST FRIEDRICH GÜNTHER.

I. BAND.

ENTHALTEND DIE ALLGEMEINE PHYSIOLOGIE.

LEIPZIG,
DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.
1845.

LEHRBUCH

DER

ALLGEMEINEN PHYSIOLOGIE

VON

D[R.] AUGUST FRIEDRICH GÜNTHER,

KÖNIGL. SÄCHS. REGIMENTSARZTE, PROFESSOR DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE AN DER CHIRURGISCH-MEDICINISCHEN AKADEMIE UND THIERARZNEISCHULE UND MITGLIEDE DER PRÜFUNGSDEPUTATION ZU DRESDEN.

ENTHALTEND DIE ALLGEMEINE PHYSIOLOGISCHE CHEMIE, DIE ALLGEMEINE HISTIOLOGIE UND DIE ALLGEMEINEN GESETZE DER LEBENSERSCHEINUNGEN.

MIT DREI KUPFERTAFELN UND MEHRERN HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.

1845.

IHREN HOCHWOHLGEBOREN

DEN HERREN

D^R. CARL GUSTAV CARUS,

KÖNIGL. SÄCHS. HOFRATHE, GEHEIMEN MEDICINALRATHE UND LEIBARZTE SR. MAJESTÄT DES KÖNIGS VON SACHSEN, AUCH RITTER DES KÖNIGL. SÄCHS. CIVILVERDIENSTORDENS, DES KÖNIGL. PREUSS. ROTHEN ADLER-ORDENS DRITTER CLASSE UND OFFICIERE DES KÖNIGL. BELGISCHEN LEOPOLDORDENS, SO WIE VIELER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIEDE,

D^R. LUDWIG CHOULANT,

KÖNIGL. SÄCHS. HOFRATHE, VORTRAGENDEM MEDICINALRATHE IM MINISTERIUM DES INNERN, DIRECTOR DER CHIRURGISCH-MEDICINISCHEN AKADEMIE UND DER KLINIK FÜR INNERE KRANKHEITEN ZU DRESDEN, PROFESSOR DER PRAKTISCHEN HEILKUNDE, MITGLIEDE DER PRÜFUNGSDEPUTATION SO WIE VIELER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN,

D^R. JOHANN CASPAR SAHLFELDER,

KÖNIGL. SÄCHS. GENERAL-STABSARZTE, DIRECTOR DER MEDICINALANGELEGENHEITEN DER ARMEE, PROFESSOR AN DER CHIRURGISCH-MEDICINISCHEN AKADEMIE, DES KÖNIGL. SÄCHS. CIVILVERDIENSTORDENS RITTER UND MEHRERER GELEHRTEN GESELLSCHAFTEN MITGLIEDE,

IN DANKBARER VEREHRUNG UND HOCHACHTUNG

VON

DEM VERFASSER.

Vorrede.

Bei dem nach allen Seiten hin in der Physiologie sich jetzt regenden Leben und den schon vorhandenen Lehrbüchern von Carus, J. Müller, R. Wagner, Valentin u. A. kann man wohl bei dem Erscheinen eines neuen Lehrbuches der Physiologie mit Recht fragen, was will der Verfasser mit seinem Buche? Das Bedürfniss der Studirenden und der Aerzte ist gedeckt. — Ganz recht! Der Verfasser dieses glaubt auch nicht, dass sein Buch für die Wissenschaft unentbehrlich sei, er glaubt aber mit demselben einige kleine Steinchen zum grossen Baue der Wissenschaft beizutragen, und sind diese Steinchen sonst gut, so werden sie neben den grossen Werkstücken der genannten Männer auch noch ihr Plätzchen finden.

Ueber die Richtung in der Physiologie erlaubt sich der Verfasser hier noch einige Worte, die zugleich sein Glaubensbekenntniss sein sollen, zu sagen.

So wie überhaupt bei physiologischer Betrachtung der organischen Körper die Form, die Mischung und die Erscheinungen des Lebens Gegenstand der Unter-

suchung sein müssen, so hat man von jeher bald eine mechanische, bald eine chemische, bald eine sogenannte dynamische Erklärungsweise in der Physiologie aufgestellt, und die Geschichte lehrt, dass, je nachdem die eine oder die andere einflussreiche Entdeckung gemacht wurde, oder die Philosophie überhaupt eine besondere Richtung annahm, auch der Geist und die Richtung der ganzen Physiologie sich änderte. Nachdem die Lehre Galen's von den Elementen und Säften sich durch das ganze Mittelalter hindurch gezogen hatte, trat Paracelsus zuerst als Selbstdenker auf und lehrte eine seiner Zeit entsprechende alchymistische, astrologisch-mystische Medicin; ihm folgte van Helmont, welcher, dem alchymistischen, astrologischen Wuste entsagend, eine dynamisch-psychische Medicin schuf, die von Sylvius weiter ausgebildet wurde. Die mechanische Erklärungsweise wurde durch Cartesius und Ettmüller repräsentirt. Alle diese Ansichten hatten aber weniger in Naturbeobachtung als in einem unbestimmten Schwanken des Geistes von Einem zum Andern ihren Grund. Da trat der grosse Baco von Verulam auf und rief die Geister von den leeren Träumereien zur Naturbeobachtung und die Früchte davon zeigten sich in mancher wichtigen Entdeckung, von denen aber Harvey's Lehre des Kreislaufes am einflussreichsten war. Aus der Erkenntniss der mechanischen Verhältnisse des Kreislaufes ging die iatro-mathematische Schule des Bo-

rellus hervor, der sich Boerhave, auf Harvey's und Malpighi's anatomische Untersuchungen gestützt, anschloss und welche er so weit ausbildete, dass er schon eine Circulation in den Nerven lehrte. In Hofmann's den ganzen Organismus durchzuckender Systole und Diastole finden wir den Uebergang zur Nervenphysiologie, es bildete sich daraus ein mechanisch-dynamisches System. Diese dynamische Richtung verfolgte nun Stahl am consequentesten, indem er das mechanische Princip ganz fallen liess und eine rein psychische Physiologie aufstellte, welche wieder durch Haller's zwischen Soma und Psyche innenstehende Lebenskraft verdrängt wurde. Indem Haller an dem aus dem lebenden Körper herausgeschnittenen Herzen die Contractionen fortdauern sah, wurde er auf die schon von Glisson vorbereitete Irritabilitätslehre geführt, welche Brown in Reizbarkeit und Reaction zerlegte. Da nun bei diesem Gange der Physiologie die Reize selbst einer nähern Betrachtung unterworfen werden mussten, so wendete sich die Aufmerksamkeit der Forscher auf die physikalischen und chemischen Kräfte der Aussenwelt und ihr Verhalten zum Organismus. So entstand Lavoisier's pneumatische Chemie und Galvani's Electricitätslehre; erstere, von einer genauern Kenntniss der atmosphärischen Luft ausgehend, war auf die Lehre vom Athmen, von der Blutbildung und von der Wärme des Körpers von dem entschiedensten Einflusse und letztere trug sich sehr rasch auf die

Physiologie der Nerven über. Seit Boerhave hatte das anatomische, mechanische Princip im Hintergrunde gestanden, wurde aber jetzt durch Mascagni, Pinel und Bichat in den Vordergrund gestellt, und da durch Laennec, Cruveilhier, Andral, Meckel u. A. die pathologische Anatomie mit einem Eifer, wie noch nie vorher, gepflegt und ausgebildet wurde, so gelangte man, besonders in Frankreich, zu einer fast rein anatomischen Physiologie und Pathologie. In Deutschland gewann die entgegengesetzte Richtung die Oberhand, man wendete sich ganz der unter Schelling und dessen Nachfolgern rasch emporwachsenden Naturphilosophie zu. Von der Idee des grossen Weltorganismus aus wurden die einzelnen Erscheinungen als Nothwendigkeiten gesetzt. Obwohl nicht zu leugnen ist, dass durch diese Behandlungsweise Einheit und organischer Zusammenhang in das vereinzelte Wissen kam, so wich man doch zu sehr von der Naturbeobachtung ab und verlor sich in gehaltlose Speculationen. Da die bessern Geister dieses fühlten, so wurde die in Frankreich durch Bichat, Magendie, in England durch die beiden Bell geweckte beobachtende und experimentirende Methode mit Freuden aufgenommen. Die Histiologie, von Heusinger, E. H. Weber, J. Müller, Schwann, Henle, Valentin u. A. gepflegt, gelangte zu einer ausserordentlichen Vollkommenheit, der nur noch die Entwickelungsgeschichte einzelner Gewebe zu fehlen scheint. Doch nicht allein die feinere Form, sondern

auch die Mischung der organischen Materie fand an Hünefeld, Berzelius, Wöhler, Liebig, Lehmann, Mulder, Scherer ihre eifrigen und geistreichen Bearbeiter. Man begnügte sich nicht mehr, nur die Producte des organischen Körpers zu untersuchen, man wagte es sogar, und zwar mit Glück, den organischen Wandel der Stoffe zu verfolgen und so gingen aus der organischen Chemie die Anfänge einer physiologischen Chemie hervor. So ist nun allerdings jetzt, wie zu des Sylvius oder des Lavoisier Zeiten, die chemische Ansicht die herrschende in der Physiologie, sie wird es aber eben so wenig wie damals bleiben, und schon scheint durch Lotze eine höchst verfeinerte mechanische Richtung in der Physiologie sich vorzubereiten, der, als Gegensatz, sich wahrscheinlich, da die Lebenskraft einmal den Credit verloren hat, eine psychische zur Seite stellen wird.

Wenn wir nun so sehen, wie das mechanische, das chemische und das dynamische Princip, der Form, der Mischung und den Lebenserscheinungen des Organismus entsprechend, stets um die Herrschaft in der Physiologie gekämpft haben, so müssen wir auch bemerken, dass aus diesen Kämpfen stets Gewinn für die Wissenschaft hervorgegangen ist. Jede Ansicht versucht es, die Lebenserscheinungen so weit als möglich zu erklären, es wird also wenigstens in der Erkenntniss einer Seite des Organismus ein Schritt vorwärts gethan, und geht sie zu weit, so schadet das

nicht viel, denn eben dadurch wird der das Uebel heilende Gegensatz hervorgerufen. So mag denn immer auch die jetzt herrschende chemische Richtung gehen so weit sie kann, sie mag es versuchen, wie weit sie den Wandel der Stoffe zu verfolgen vermag. Geht sie zu weit, so wird sie ihrer Herrschaft bald verlustig.

Dieses die Ansicht des Verfassers. Wie weit es ihm bei derselben gelungen ist, im vorliegenden Werke allen drei genannten Richtungen Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, darüber kann er nicht selbst sprechen, das überlässt er urtheilsfähigen Männern.

Was den chemischen Theil des Werkes anbetrifft, so gesteht er gern ein, dass er darin nicht eignen, sondern nur fremden Erfahrungen folgen konnte, in dem histiologischen Theile glaubt er aber eine fördernde Arbeit gegeben zu haben, und in dem Theile von den allgemeinen Gesetzen der Lebenserscheinungen strebte er möglichst nach Einfachheit und treuer Naturdarstellung.

Einige während des durch mehrere Monate sich hinziehenden Druckes erschienene Neuigkeiten werden im zweiten Bande benutzt werden.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

EINLEITUNG.

Physiologie [1]) ist der ursprünglichen und weitesten Bedeutung des Wortes nach die Lehre von der Natur, würde also einen unbegränzten Umfang haben und mit dem allgemeinen Begriffe der Physik, Naturlehre, zusammenfallen. Im engern Sinne bezeichnet man mit dem Worte Physiologie die Naturlehre der belebten organischen Wesen und überlässt die Betrachtung der unorganischen Natur der Physik. Der Sprachgebrauch zieht aber den Begriff der Physiologie noch enger; man trennt die systematische Beschreibung der organischen Naturkörper, als Naturgeschichte oder Naturbeschreibung, Physiographie, und die Beschreibung der einzelnen Theile der organischen Körper nach ihrer Form, Grösse, Lage u. s. w., als Anatomie, von ihr, so dass in ihr nur die Gesetze der Erscheinungen des organischen Lebens erörtert und so weit als möglich auf allgemeine Gesetze reducirt werden. Da aber die Gesetze der Lebenserscheinungen nicht wohl begriffen werden können ohne diejenigen des animalen Chemismus und die Formen der kleinsten Elementartheile des Körpers zu kennen, so sind diese gewöhnlich in den verschiedenen Capiteln der Physiologie, z. B. bei der Lehre von der Verdauung, vom Athmen, von der Ernährung u. s. w., mit eingeschaltet oder in besondern Werken dargestellt worden.

Da die organischen oder belebten Körper sich wieder in Pflanzen und Thiere trennen, von letztern aber der Mensch be-

1) Φυσις, *natura;* λογος, *doctrina.*

sonders unterschieden werden muss, so zerfällt die Physiologie, nach dem Objecte, mit dem sie sich vorzugsweise beschäftigt, in:

Physiologie der Pflanzen, *Phytophysiologie;*
Physiologie der Thiere, *Zoophysiologie*, und
Physiologie der Menschen, *Anthropophysiologie.*

Doch weit entfernt, dass diese Spaltung in dem Wesen der Physiologie läge, werden wir im Folgenden sehr oft Beobachtungen und Untersuchungen am Thiere zu Hülfe nehmen müssen, um Erscheinungen im menschlichen Organismus erläutern zu können.

Nachdem so der Begriff der Physiologie festgestellt ist, müssen wir untersuchen, in welchem Verhältnisse die Physiologie zu den andern Naturwissenschaften und in welchem sie zur Medicin steht. Wie wir schon gesehen haben, ist die Physiologie ein Theil der gesammten Naturwissenschaft; sie ist aber nicht nur ein Theil, sondern die schönste, die herrlichste Frucht derselben; alle übrigen müssen mit ihren Fortschritten dazu beitragen, dieselbe zu vervollkommnen: sie ist das Centrum, nach dem sie alle streben. Es muss daher das Studium der gesammten Naturwissenschaften dem der Physiologie vorausgehen; sie alle sind Hülfswissenschaften der Physiologie, und wir wollen sie jetzt etwas näher betrachten.

Die Geologie, Erdkunde. Die Erscheinungen der organischen und der unorganischen Natur können nur begriffen werden, wenn wir sie in ihrem Zusammenhange mit der gesammten Natur auffassen. Von der Erde in ihrer Verbindung mit dem ganzen Weltsysteme geht erst die Bedingung alles irdischen Seins und Werdens aus. Durch die von der Sonne empfangene Wärme, durch Licht und Electricität giebt sie die ersten Bedingungen organischen Lebens, durch den Umlauf um die Sonne und durch den Umschwung um die eigne Axe bewirkt sie den zum organischen Leben unentbehrlichen Wechsel der äusseren Einflüsse. Von der Erde und ihrer Atmosphäre allein erhalten die organischen Körper Nahrung, Licht und Wärme, durch ihre Zonen, ihre Meere, Seen und Flüsse, durch ihre Gebirgszüge und ausgedehnten Ebenen wird die Erde geeignet, nicht allein

die verschiedensten Pflanzen zu bilden, sie wird auch ein Tummelplatz der mannigfaltigsten thierischen Geschöpfe, wie sie nicht weniger die mannigfaltige Gliederung des Menschengeschlechtes bestimmt.

Die Physik, welche die Gesetze für die Erscheinungen in der unorganischen Natur, wie Attraction, Schwere, Cohäsion u. s. w., die Gesetze des Lichtes, der Wärme, der Electricität u. s. w., aufzustellen sich bemüht, so wie die Chemie, welche den Wandel der Stoffe, die Verwandtschaften und Verbindungen der Elemente, so wie die gegebene Zusammensetzung aller, organischer wie unorganischer, Körper zum Gegenstande ihrer Forschungen hat, sind ganz offenbar für Physiologie unentbehrlich, da sie ja die Bedingungen des Lebens, die Wärme, Electricität u. s. w., so wie die Mischung der Körper unmittelbar berühren. Ein tüchtiges Studium der Physik und Chemie ist die Basis der Physiologie.

Mineralogie. Da die in der unorganischen Welt verbreiteten Stoffe unmittelbar in die organische Schöpfung übergehen, die Chemie ihre Zusammensetzung, die Mineralogie aber ihre äussere Form und ihr Vorkommen auf der Erdoberfläche lehrt, so leuchtet ein, dass zu einem gehörig begründeten Studium der Physiologie auch die Kenntniss der Mineralogie nicht gut entbehrt werden kann.

Botanik, Lehre von der Pflanzenwelt, zerfällt in die systematische Pflanzenbeschreibung und in die Pflanzenphysiologie. Da nun die Pflanzen den Erdkörper für Thiere und Menschen erst bewohnbar machen, indem sie aus der unorganischen Masse die Nahrung für die Thierwelt bereiten, das Leben der Pflanzen also mit dem Leben der Thiere auf das Innigste verwebt ist, so ist dem Physiologen eine genauere Einsicht in den Bau und das Leben derselben ganz unentbehrlich.

Zoologie mit Zootomie gehören zu den wichtigsten Hülfsquellen der Physiologie, ja man kann sagen, ohne sie, wie ohne Physik und Chemie, ist keine Physiologie möglich. Ein Ueberblick über die gemeinsame Organisation des Thierreiches, eine Kenntniss der Entwickelungsgesetze in dem Thierreiche ist von der grössten Wicktigkeit. Die Thierwelt erscheint dann

als die auseinandergelegte Organisation des Menschen, daher die Physiologie den Experimenten an lebenden Thieren viele ihrer wichtigsten Wahrheiten verdankt. Bei dem Thiere ist uns eine Frage an die Natur erlaubt, beim Menschen können wir die Natur nur belauschen.

Dass das genaueste und sorgfältigste Studium des menschlichen Körpers in Bezug auf Form und Mischung, Anthropotomie und Anthropochemie, die Grundlage der Physiologie gebe, ist so einleuchtend, dass darüber wohl kein Wort weiter zu sagen ist.

Nun erst, nachdem die gesammte unorganische und organische Natur in ihren Hauptformen und Gesetzen erfasst worden ist, kann, gleichsam als Product, als Resultirende, die Physiologie des Menschen gewonnen werden, und je besser mit jenen Wissenschaften ausgerüstet man an das Studium der Physiologie geht, desto klarer wird sie begriffen, desto fruchtbringender wird ihr Studium sein.

Das Verhältniss der Physiologie zur Medicin ist ein dem vorigen entgegengesetztes; sie ist das Licht der Medicin, sie lehrt dem Arzte das Object seines Handelns erst kennen. Indem die Physiologie die Erscheinungen des gesunden Lebens unter gewisse Regeln bringt, das Gemeinsame dieser Regeln als Gesetz erkennt und diese gefundenen Gesetze mit den Gesetzen des allgemeinen Naturlebens in Einklang zu bringen sucht, macht sie es möglich, auch die Erscheinungen des kranken Organismus gehörig einzusehen und zu würdigen. Die Pathologie, aus der Beobachtung am Krankenbette geboren, wird durch die Physiologie erzogen und ausgebildet.

Somit möchte als festgestellt erscheinen, dass die Physiologie in ihrem weiten Gebiete das schönste und edelste Resultat aller Naturforschung und die nothwendigste Grundlage aller ärztlichen Studien sei.

EINTHEILUNG DER PHYSIOLOGIE.

Die Physiologie des Menschen zerfällt in einen allgemeinen und einen speciellen Theil.

Die allgemeine Physiologie wird die Eigenthümlichkeiten der organischen Körper im Gegensatze der unorganischen, die Unterschiede der Pflanzen und Thiere, und endlich, dem eigentlichen Objecte immer näher kommend, auch die etwaigen Merkmale, durch welche sich der Mensch auszeichnet, kennen lehren. Da ferner die Mischung, der Stoffwechsel, so wie die Formen der kleinsten Gewebtheile unmittelbar von Einfluss auf die Erscheinungen des Lebens sind, so wird sie auch die allgemeinen Gesetze des thierischen Chemismus und die allgemein verbreiteten einfachen Formelemente (in einer allgemeinen Histologie) darzustellen haben und daran die Lehre von den allgemeinen Gesetzen der Lebenserscheinungen anreihen. Sie wird also in vier Capitel zerfallen:

Erstes Capitel. Organisation, Pflanze, Thier, Mensch.
Zweites Capitel. Allgemeine Gesetze des thierischen Chemismus.
Drittes Capitel. Allgemeine Histologie.
Viertes Capitel. Allgemeine Gesetze der Lebenserscheinungen.

Die specielle Physiologie strebt darnach, die Gesetze aufzustellen, nach denen die einzelnen Functionen des menschlichen Organismus vollbracht werden; so weit es ohne Zwang geht, sucht sie diese am Organismus gefundenen Gesetze mit denen der unorganischen Natur in Einklang zu bringen, wo nicht, so strebt sie darnach, in den Erscheinungen die Regeln zu finden und aus den Regeln die allgemein für den Organismus gültigen Gesetze zu abstrahiren. Nach den Gruppirungen der Lebenserscheinungen zerfällt sie erst in zwei grosse Abtheilungen: die erste betrachtet die Erscheinungen im Leben des Individuum, die zweite die Erscheinungen im Leben der Gattung.

Da alles Leben nur im Wechsel der Materie und Erscheinungen möglich ist, der Wechsel sich aber nur auf Materie, Eindruck und Begriff beziehen kann, so müssen die Erscheinungen des individuellen Lebens nothwendig wieder in drei Gruppen zerfallen, in denen jede einzelne Aufnahme und Ausgabe sich wiederholt. Die zunächst unterste Stufe nimmt der Wechsel der Materie ein. Die Physiologie wird hier die Aufnahme der Stoffe von

der Aussenwelt, die Verähnlichung derselben und Verwandlung in die Masse des Organismus, so wie die Ausscheidung der verbrauchten Materie zum Gegenstande haben, also die sogenannten vegetativen Functionen betrachten. Auf der nächst höhern Stufe handelt es sich nicht mehr um Aufnahme von Materie, sondern um Aufnahme von Eindrücken und Reaction gegen dieselbe. Es werden also hier die Functionen der empfindenden Seite des Organismus mit den Sinnesthätigkeiten und die der reagirenden oder bewegenden Seite desselben, nebst Stimme, Sprache u. s. w., oder die animalen Functionen zu untersuchen sein. In der dritten höchsten Sphäre werden die empfangenen Sinnesvorstellungen verarbeitet, sie werden verglichen, das Gemeinsame und Unterscheidende gefunden, es werden Begriffe, Urtheil und Schluss durch die Verstandesthätigkeit gebildet, welches Alles unstreitig der aufnehmenden und empfindenden Seite des leiblichen Organismus entspricht. Dieser aufnehmenden Seite des Geistes ist eine ausgebende Seite, der Wille, entgegengesetzt, durch welchen wir selbstthätig in die Aussenwelt eingreifen, dieselbe nach Willkühr und Kräften verändern. Zwischen Verstand und Wille steht das Gemüth, welches die Aussenwelt auf die eigne Persönlichkeit bezieht und, je nachdem diese Lust oder Schmerz erregt, dieselbe begehrt oder verabscheuet, sich also einerseits der empfindenden, andererseits der wirkenden Seite geistiger Thätigkeit anschliesst. Die höchste geistige Thätigkeit endlich bewegt sich im Reiche der Ideen des Wahren, Schönen und Guten, entsprechend den drei niedern Seelenvermögen, die sie weiterbildend zur Idee der Gottheit erhebt. Die Thätigkeiten des Geistes könnte man nach Analogie obiger Bezeichnungen die humanen Functionen nennen; dieselben werden zwar gewöhnlich in einer eigenen Doctrin, der Psychologie, dargestellt, können aber zum klaren Verständnisse des Ganzen auch in der Physiologie nicht ganz übergangen werden. Mit diesen drei Sphären, der vegetativen, animalen und humanen, schliesst sich das individuelle Leben ab.

Das Leben der Gattung spricht sich nun entweder im Individuum als Geschlechtsfunction (diese so wie die Entwicke-

lung des Individuum vom Ei bis zum Tode würden hier zunächst zu betrachten sein) oder in der Gattung als ein Ganzes im Raume und in der Zeit aus. Das Leben der Gattung im Raume legt sich dar in dem Dasein der verschiedenen Menschenstämme, Racen u. s. w.; das Leben der Gattung in der Zeit begreift die Entwickelung des Menschengeschlechtes zu immer grösserer Vollkommenheit (?) und wird in der Geschichte und ihrer Philosophie betrachtet.

Die natürliche Gliederung der speciellen Physiologie würde sich nun in folgender Tabelle darstellen;

I. Individuelles Leben.

Aufnehmende Seite.	Ausgebende Seite.
1. Untere oder vegetative Sphäre.	
Cap. 1. Allgemeines.	
Cap. 2. Verdauung.	Cap. 5. Bildung und Abscheidung der Ab- und Aussonderungen.
Cap. 3. Blutbildung und Blutlauf mit Respiration.	
Cap. 4. Ernährung.	
2. Mittlere oder animale Sphäre.	
Cap. 6. Allgemeines.	
Cap. 7. Empfindung und Sinnesthätigkeit.	Cap. 8. Bewegung mit Stimme und Sprache.
3. Höchste oder humane Sphäre.	
Cap. 9. Allgemeines.	
Cap. 10. Verstand.	Cap. 11. Wille.
Cap. 12. Gemüth.	
Cap. 13. Vernunft.	

II. Leben der Gattung.

1. Im Individuum.

Cap. 14. Allgemeines.	
Cap. 15. Weibliches Geschlechtsleben.	Cap. 16. Männliches Geschlechtsleben.
Cap. 17. Entwickelungsgeschichte des Individuum.	

2. In der Gattung.

Cap. 18. Gliederung des Menschengeschlechtes nach Racen u. s. w. im Raume.

Anmerkung. Mit ziemlicher Arroganz und Geheimnisskrämerei ist vor Kurzem eine der hier gegebenen Gliederung ähnliche Eintheilung der Physiologie mitgetheilt worden. Verfasser kann aber versichern, dass die vorliegende Gliederung schon entworfen war, ehe jene in seine Hände kam, und dass er darin, mit ausserwesentlichen Modificationen, seinem hochverehrten Lehrer und Collegen, dem Herrn Hof- und Medicinalrath Dr. Choulant folgt. Vergl. Choulant, Anthropologie oder Lehre von der Natur des Menschen für Nichtärzte. Dresden 1828. Auch *Richerand*, *Nouveaux éléments de physiologie. Paris* 1807. Am Schlusse des 1. Bd. *Tableau d'une nouvelle classification des fonctions de la vie.*

ALLGEMEINE PHYSIOLOGIE.

Erstes Kapitel.

Organisation, Pflanze, Thier, Mensch.

§. 1.

Organe sind einfache oder zusammengesetzte Theile eines grössern belebten Ganzen, von dem sie gebildet und ernährt werden, dem sie aber auch wieder zur Erfüllung bestimmter Zwecke dienen. Organismus ist daher eine harmonische Vereinigung solcher Organe zu einer bestimmten Form des Daseins, welche sich durch eigenthümliche Erscheinungen, Lebenserscheinungen, und einen bestimmten Entwickelungsgang auszeichnet. Das Blatt ist ein Organ des Baumes, von dem es gebildet und ernährt wird, dem es aber auch seiner Seits zur Vermittelung des Stoffwechsels mit der Aussenwelt dient. Das Auge ist ein zusammengesetztes Organ, welches von und mit dem Thiere, dem es angehört, gebildet und ernährt wird, ihm aber auch auf bekannte Weise dient. Die Theile, aus denen das Auge besteht, sind Organentheile und die Vereinigung mehrerer Organe zu einem bestimmten Zweck nennt man ein Organensystem, z. B. das Verdauungssystem, Gefässsystem. Organisation ist der Inbegriff der höhern oder niedern Entwickelungsstufe, so wie der Verhältnisse der Organe zu einander in ihrer Vereinigung zu einem Ganzen.

§. 2.

Die Unterschiede der unorganischen und organischen Körper beziehen sich auf Form, Mischung und das Dasein oder Fehlen der Lebenserscheinungen.

Was die Verschiedenheit der Form anbetrifft, so müssen wir die Form der ganzen Körper und die Form der sie zusammensetzenden Theile unterscheiden. In Bezug auf die Form des Ganzen sind die unorganischen Körper entweder formlos, *amorpha*, wie die Flüssigkeiten, Thon u. s. w., oder sie haben eine bestimmte, regelmässige Form, sie bilden Krystalle. Von den formlosen unorganischen Körpern können wir ganz absehen, da sie in gar keinen Vergleich mit organischen Körpern gebracht werden können, die Krystalle aber bedürfen einer nähern Betrachtung und Vergleichung. Die Form dieser unorganischen Körper ist von der Reinheit der Mischung abhängig; je reiner diese, desto schärfer die eigenthümliche Form des Krystalles; daher die Form oft characteristisch für die Mischung ist. Allein, da es Körper giebt, die bei verschiedener Mischung gleiche Krystallform haben, *isomorpha*, und wieder andere, die bei gleicher Mischung verschiedene Form zeigen, *isomera*, so erleidet jene Regel manche Ausnahme. Ein solcher reiner, regelmässiger Krystall ist von lauter ebenen Flächen eingeschlossen, die unter genau bestimmten Winkeln in Kanten und Ecken zusammenstossen. Kein organischer Körper ist von ebenen Flächen eingeschlossen; die Urform alles Organischen ist die Kugel, die wir auch im Saamenkorn, im Ei und in den niedrigsten Thieren wiederfinden, aber selbst in den höhern und höchsten Thieren begegnen wir nie ebenen, sondern stets gebogenen Begrenzungsflächen. Nur wo unorganische oder unorganisch gewordene Stoffe sich einmengen, können diese eine krystallinische Form annehmen, wie die Krystalle in dem Vorhofe des Gehörorganes; ebenso kommen in den Zwischenräumen der Pflanzenfasern nicht selten krystallinische Ablagerungen vor. Die regelmässigen unorganischen Körper, die Krystalle, werden also von ebenen, die organischen Körper von gewölbten Flächen eingeschlossen.

Gehen wir nun auf die Form der den Krystall und der den organischen Körper zusammensetzenden kleinsten Theile über, so finden wir, dass der Krystall sich nach gewissen Richtungen leichter als nach andern spalten lässt und verfolgt man dieses Spalten so weit als möglich, so erhält man die feinsten

Plättchen, die nach bestimmten Richtungen hin sich durchkreuzen, unter sich aber stets gleich bleiben. Hauy dachte sich die Krystalle als aus einzelnen kleinen, dem ganzen Krystalle gleichen oder doch ähnlichen, mit ihm in ein System gehörenden Krystallchen zusammengesetzt. Dem sei nun, wie ihm wolle, so viel ist aber gewiss, dass die einzelnen Theile nur gleichartige Bruchstücke des Ganzen sind. Im Organischen finden wir diese Gleichartigkeit der Theile nicht, jeder einzelne Theil ist dem besonderen Zwecke seines Daseins gemäss gebaut und bis auf die kleinsten mikroskopischen Theilchen finden wir eine bewunderungswürdige Mannigfaltigkeit der Form, die wir im dritten Capitel näher kennen lernen werden. Es ist zwar nach den Untersuchungen von Schleiden, Schwann, Valentin, Henle u. A. erwiesen, dass die verschiedenen Gewebe aus einer Elementarform hervorgehen, dass sie alle aus Zellen gebildet werden, alle also nur aus der Urform des Organischen, aus der Kugel, sich entwickeln können. Die erste Zusammensetzung der Organischen hätte also doch einige Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung der Krystalle, denn so wie sich beim Krystallisiren aus einer Flüssigkeit Theilchen an Theilchen niederschlagen und aneinanderreihen, um so nach bestimmten Gesetzen eine Schicht nach der andern darzustellen, so legen sich bei der Entwickelung eines Organischen aus Flüssigkeit Zelle an Zelle. Allein es bestehen mächtige Unterschiede zwischen dem kleinsten Theilchen eines Krystalles und einer organischen Zelle. Der kleinste Theil eines Krystalles ist ebenfalls von ebenen Flächen begrenzt, die in Kanten und Ecken zusammenstossen; er ist ganz gleichartig, zeigt keinen Unterschied zwischen seinem Innern und Aeussern, er ist durchgängig gleichartig gemischt und gebaut und durchaus keiner Metamorphose fähig; die organische Zelle dagegen zeigt, wenn sie frei ist, stets die Kugelform und nur die Anhäufung mehrerer derselben im engen Raume bringt eine gegenseitige Abplattung hervor, wodurch sie bei allseitig gleichmässigem Drucke eine regelmässig dodekaedrische oder bei ungleichmässigem Drucke eine unregelmässig polyedrische Gestalt annehmen können. Die Zelle ist nicht durch und durch gleichartig, sie besteht aus Zellenhülle und Zelleninhalt, beide in

Bezug auf Bau und Mischung von einander verschieden, ja Mischung und Form der Zelle wechselt bei den verschiedenen Metamorphosen, deren sie fähig ist, wobei sie sogar Mischung verändernd auf ihre Umgebung wirkt. Schwann[1]) machte den Versuch, den ganzen Unterschied zwischen kleinstem Krystalltheil und organischer Zelle nur durch Annahme einer Imbibitionskraft des Organischen höchst geistreich zu erklären. Die Krystalle bestehen doch aus Schichten, denken wir uns nun, dass, nachdem die erste Grundlage des Krystalles gegeben, sich eine neue Schicht um seinen ganzen Umfang herumbildet, die Molecülen dieser Schicht unter sich dichter werden, inniger zusammenhängen als mit der vorher gebildeten, im Innern liegenden Schicht, schreiben wir nun den Schichten des Krystalles Imbibitionsfähigkeit zu, so hindert, selbst wenn die Schicht schon den ganzen Krystall überzogen hat, Nichts, dass sich noch weitere Molecülen zwischen die der Fläche nach neben einander liegenden Molecülen der äussersten Schicht ablagern, das Wachsthum derselben also fortdauern kann. Die Folgen davon sind, erstens, dass diese Schicht fester wird, festeren Zusammenhang ihrer Molecülen erhält und zweitens, dass sie sich von dem in ihrem Innern gelegenen Anfang des Krystalles loslöset, es muss sich also in ihr ein hohler Raum bilden, der sich durch Imbibition anfüllt und in dem an einer Stelle mit der äussern Schicht zusammenhängend der erste Anfang der Zelle liegt. Dieser Anfang würde nun der Zellenkern, die entstandene Höhle mit ihrer Flüssigkeit, der Zellenraum mit Inhalt und die zuletzt abgelagerte Schicht, welche durch Aufnahme neuer Molecülen sich ausdehnte, die Zellenmembran sein. — Wäre auf diese Weise auch mancher Unterschied zwischen Krystall und Zelle verwischt, so bleibt doch noch zu bedenken übrig, dass nach Beobachtungen und Untersuchungen die Entstehung der Zelle, in vielen Fällen wenigstens, eine ganz andere zu sein scheint, dass sich zwar meistens der Kern zuerst, aber nicht durch Imbibition und Ausdehnung eines kleinsten Centralkernes, sondern durch Gruppirung und Verschmelzung der

---

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. p. 242. seqq.

organischen Elementarkörner, und um den Kern dann auf ähnliche Art Zelleninhalt und Hülle bildet. *Das innere Gefüge der Krystalle besteht also aus gleichartigen, keiner Metamorphose fähigen Theilchen, das Gewebe der organischen besteht dagegen aus den selbst wieder Gegensätze und Verschiedenheiten in sich zeigenden Zellen oder deren Metamorphosen.*

Suchen wir nun nach den Unterschieden, die sich vielleicht in Bezug auf *Mischung* zwischen der organischen und unorganischen Materie aufstellen lassen.

In der unorganischen Natur verbinden sich bekanntlich die Elemente nach bestimmten, sich stets gleichbleibenden, *sehr einfachen* Verhältnissen, welche sich oft durch die Zahlen 1, 2, 3 oder 1, 3, 5, 7 ausdrücken lassen. Z. B. die Verbindung von Chlor mit Sauerstoff geschieht in folgenden Stufen: Cl 2, mit O 1, 3, 5 oder 7. In den organischen Körpern geschehen zwar die Verbindungen der wenigen Elemente auch nach bestimmten Verhältnissen, die sich aber nicht durch so einfache Zahlen, sondern nur durch *grössere, wohl auch nur durch Bruchzahlen* ausdrücken lassen, z. B. Talgsäure besteht aus 70 Kohlenstoff, 135 Wasserstoff, 5 Sauerstoff.

In den angegebenen Beispielen lernen wir zugleich einen andern, zwar manche Ausnahme erleidenden, im Ganzen aber doch anzunehmenden Unterschied kennen, nämlich die unorganischen Körper bilden sich durch binäres Zusammentreten zweier Elemente oder einer schon binären Verbindung mit einem Elemente oder zweier binären Verbindungen; z. B. schwefelsaures Kupferoxyd besteht aus

Schwefel Sauerstoff	} Schwefelsäure	} Schwefelsaures Kupferoxyd.
Kupfer Sauerstoff	} Kupferoxyd	

Die Elemente der organischen Körper treten aber unmittelbar zu dreien oder vieren, als ternäre oder quaternäre Verbindungen zusammen; z. B. nach *Mulder*:

	Protein.	*Albumin.*	*Casein.*
Wasserstoff	7,00	6,92	6,97
Kohlenstoff	55,29	54,70	55,10
Stickstoff	16,01	15,84	15,95
Sauerstoff	21,70	21,47	21,62
Phosphor	— —	0,35	— —
Schwefel	— —	0,72	0,36

Obgleich es nicht möglich ist, solche organische Verbindungen auf binäre Zusammensetzungen zu reduciren, so haben die Chemiker doch bemerkt, dass ein solcher Complex von Elementen sich nach gewissen Richtungen hin leichter, nach anderen schwerer trennen lässt, dass sich einzelne Elemente aus der Verbindung herausnehmen lassen, ohne den Zusammenhang der übrigen aufzuheben. So lassen sich in den angegebenen Beispielen von Mulder von dem Albumin der Phosphor und Schwefel, von dem Casein der Schwefel entfernen und die übrigen Elemente bleiben in Verbindung und stellen eine Grundlage sehr vieler organischer Stoffe, das Protein, dar. Dieses Verhältniss machte schon die unbedingte Annahme der unmittelbaren ternären und quaternären Verbindungen schwankend, besonders da ganz ähnlich, ja gleich zusammengesetzte Körper nicht allein in ihrem äussern Ansehn, sondern auch in ihrem chemischen Verhalten zu andern Körpern sich ganz verschieden zeigen, z. B. Zucker und Gummi; die Salpetersäure ändert das Stärkemehl in Oxalsäure und das diesem isomere Acacin in Schleimsäure um. Dieses Verhalten deutet ohnstreitig darauf hin, dass bei gleicher Anzahl der Atome der sich vereinigenden Elemente eine verschiedene Gruppirung derselben möglich und wahrscheinlich ist. Noch mehr aber wurde die Theorie der ternären und quaternären Verbindungen in den organischen Körpern erschüttert, als man die organischen Radicale, d. h. zusammengesetzte Körper, welche in organischen Verbindungen die Stelle eines Elementes vertreten, kennen lernte. So das von Gay Lussac 1814 entdeckte Cyan, aus Stickstoff und Kohlenstoff bestehend, welches sich ganz wie Chlor, Jod, Brom verhält; ferner das Aethyl, Acetyl u. s. w. Wenn es gelingt, mehrere solcher Radicale dort nachzuweisen, wo man sie vermuthet, so erlangt die organische Chemie

dadurch ein ganz neues Licht. Dass man diese organischen Radicale noch nicht rein und isolirt dargestellt hat, ist kein Einwurf gegen ihr Dasein, da man auch eine Menge Stoffe in der unorganischen Chemie kennt, an deren wirklichem Bestehen es Niemand einfällt zu zweifeln und die doch nicht isolirt dargestellt werden, z. B. Salpetersäure, Chlorsäure u. a. nicht ohne Wasser.

Durch das Dasein solcher organischen Radicale lässt sich auch die grosse Mannigfaltigkeit der Form und die grosse chemische Beweglichkeit der organischen Materie, die sich aus so wenigen Elementen bildet, einigermassen erklären, denn das Radical, obgleich es selbst unverändert bleibt, bildet doch nach den eignen Atomenzahlen mit jedem neu hinzutretenden Elemente und, je nach der Zahl der hinzukommenden Atome, mehrere mit besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften begabte Körper, die aber ebenso leicht durch jeden unbedeutenden Einfluss sich zu verändern sehr geneigt sind, da dieselbe Atomenmenge derselben Elemente ohne Austritt oder Hinzutritt eines Stoffes sich leicht anders gruppiren und so einen ganz neuen Körper darstellen kann. An den unorganischen Verbindungen finden wir, dass zwei Körper sich desto fester und inniger verbinden, je weniger Verbindungsstufen sie haben: nun verbinden sich aber die Radicalen in den allerverschiedensten Stufen mit andern Körpern, so muss, wenn dasselbe Gesetz wie bei den unorganischen gilt, eine sehr lockere, leicht bewegliche Verbindung entstehen: dazu kommt noch, dass wirklich gesättigte Verbindungen in Organischen selten vorkommen und dass drei, vier, selbst mehr Elemente zur Bildung eines Körpers zusammentreten, folglich mehrere sich gegenseitig beschränkende Verwandtschaften concurriren. Die leichte Beweglichkeit der chemischen Moleculen ist sonach zwar Eigenthümlichkeit der organischen Masse, aber nur nach den allgemeinen Gesetzen chemischer Verwandtschaft zu erklären.

Eine chemische Eigenthümlichkeit der organischen Körper scheint in dem eigenthümlichen Verhalten des Sauerstoffes zu liegen. In den unorganischen Körpern ist die Menge der Sauerstoffäquivalente denjenigen der positiven Elemente

gleich oder übertrifft sie noch und kann bekanntlich durch andere negative Elemente, als Chlor, Brom, Schwefel, ersetzt werden, in der organischen Masse dagegen reicht die vorhandene Menge des Sauerstoffes lange nicht hin, um die positiven Elemente damit zu sättigen. Die höchste Anzahl der Sauerstoff-Atome in einem organischen Körper nimmt Berzelius [1]) zu sieben an, welche der höchsten Anzahl in unorganischen Verbindungen nicht gleich kommt. Aber auch das Verhalten des anwesenden Sauerstoffes ist in organischen ein eigenthümliches. Der Sauerstoff ist oft Element des Radicals, kann also gar nicht mehr als solcher wirken, er hat sich gleichsam in einem organischen Elemente verloren, daher wird auch die Sättigungscapacität der organischen Säuren und Alkalien mit auf diesem Verhältnisse beruhen. Als Beispiele können das Kakodyl, Benzoyl, Salicyl u. A. genannt werden. Das Salicyl, aus H 5, C 14, O 4 bestehend, kann sich mit Chlor, Jod, Brom gleich einem andern elementaren Körper verbinden; tritt nun statt Chlor, Jod oder Brom eine entsprechende Menge Sauerstoff hinzu, so leuchtet ein, dass dieser in einem andern Verhältnisse zu dem Wasserstoffe und Kohlenstoffe steht, als der schon in dem Radicale enthaltene, — er tritt nur an die Stelle jener negativen Elemente und kann von dem Radicale entfernt werden, ohne dieses zu zerstören, was von den vier im Radicale selbst enthaltenen Atomen Sauerstoff nicht gilt.

Die meisten organischen Körper werden in der Hitze zersetzt, aber nur die meisten, nicht alle, denn das flüchtige Bittermandelöl wird selbst beim Durchgange durch glühende Röhren nicht zerlegt, während dagegen das salpetersaure Kali in der Hitze Sauerstoff abgiebt und salpetrigsaures Kali oder Stickstoffoxydkali zurückbleibt.

Der Satz, organische Körper faulen, unorganische aber nicht, kann nur mit grosser Einschränkung angenommen werden. Was versteht man unter Fäulniss organischer Körper? Die unter Einfluss von Wärme, Luft und Wasser erfolgte freiwillige Zersetzung der nicht mehr belebten organischen Masse nach den freiwaltenden chemischen Verwandtschaf-

1) Berzelius, Poggendorf's Annalen. XLVII. 289.

ten. Gehen aber nicht in der unorganischen Natur unter ähnlichen Einflüssen ähnliche Zersetzungen ununterbrochen in grosser Menge vor? — Was ist denn das Verwittern der Gesteine, das Zerfallen derselben zu tragbarem Boden anders? Namentlich werden eisenhaltige Gesteine leicht zersetzt, das in ihnen vorhandene Eisenoxydul verwandelt sich durch den Sauerstoff der Luft in Oxyd, und durch hinzutretendes Wasser in Eisenoxydhydrat, dabei wird das Gestein natürlich locker und zerfällt. Das Einzige ist nur dabei zu bemerken, dass dieser Zersetzungsprozess bei den unorganischen Körpern viel langsamer vor sich geht, als bei den organischen, weil es sich hier nicht um eine chemisch so leicht bewegliche Masse handelt, die so rasch Gase entbindet, sondern um Körper, deren Grundlage meist metallisch ist. Dieser Unterschied wird aber noch geringer, wenn wir uns an die Stelle der an Stickstoff und Wasserstoff so reichen weichen Masse des organischen Körpers die Zähne und Knochen denken; sie sind doch gewiss auch organische Theile, aber ihre Zersetzung geht langsam, ist aber darum nicht weniger Fäulniss, als die Zersetzung der Weichtheile. Hier kann auch erwähnt werden die lange Dauer der kalkhaltigen Schaalen der Muscheln, Schnecken und Corallen, die kieselhaltigen Panzer kleiner Infusorien, welche erstere nicht selten Inseln bilden, letztere ausgedehnte Strecken von Gebirgen und Moorboden durchdringen. Wollte man aber wissenschaftlich den Begriff der Fäulniss nur auf die Zersetzung der nicht erdigen organischen Masse beschränken und die erdigen Theile, wie Knochen, Schaalen u. s. w., ausschliessen, so würde man unlogisch, unwissenschaftlich verfahren. Nur dann könnte man diese Begriffsbestimmung festhalten, wenn es erwiesen wäre, dass die erdige Grundlage der Knochen, Schaalen, Gehäuse u. s. w. nur mechanisch mit der organischen Masse verbunden sei, es würde dann wohl der Knochenknorpel, nicht aber der Knochenkalk faulen; doch es ist mehr als wahrscheinlich, dass der Kalk der Knochen zum Theil wenigstens chemisch an den Knorpel gebunden ist, weniger ist vielleicht der Kalk in den Schaalen der Mollusken u. s. w. mit der organischen Masse verbunden.

Endlich wird gewöhnlich als Unterschied zwischen organi-

scher und unorganischer Masse aufgeführt, dass es dem Chemiker nicht gelingt, organische Producte nachzuahmen, er kann nicht einmal dem aus organischen Körpern gewonnenen Protein die geringe Menge Phosphor und Schwefel beimischen, um daraus Eiweissstoff, Faserstoff u. s. w. darzustellen. Wenn Gmelin Oxalsäure, Döbereiner Ameisensäure, Wöhler Harnstoff und früher Béclard eine talgartige Materie dargestellt haben, so ist zu bedenken, dass die Oxalsäure sehr einfacher Zusammensetzung ist und ebenso wie die Ameisensäure den unorganischen Säuren sehr nahe steht und der Talg von Béclard sich nicht als solcher bestätigt hat. So wahr dieses Alles ist, so ist doch dabei nicht zu vergessen, dass es auch eine Menge unorganischer Stoffe giebt, welche die Kunst in ihrer eigenthümlichen Form nicht darzustellen vermag, weil ihr die dazu nöthigen gewaltigen Kräfte, deren Gesetze sie kennt, fehlen. Sonach ist auch dieser Unterschied nur ein relativer, kein absoluter.

Somit wäre denn von Seiten der Chemie kein einziger streng durchgreifender Unterschied zwischen organischer und unorganischer Masse nachgewiesen worden; ein jeder erleidet mehr oder weniger Ausnahme. Dabei darf aber doch nicht übersehen werden, dass, wenn wir bei der Bildung organischer Stoffe auch die allgemeinen chemischen Verwandtschaften wirksam sehen, diese doch aber so eigenthümlich combinirt werden, dass Stoffe zu Stande kommen, die wir in der unorganischen Welt vergebens suchen. Mag durch die Annahme der organischen Radicalen mancher Process einsichtlicher werden, mag nachgewiesen sein, dass alle dem thierischen Körper zur wirklichen Nahrung dienenden Stoffe von den Pflanzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff bereitet und von dem Thierkörper nur zum eignen Zweck verwendet werden, so liegt eben etwas Eigenthümliches der organischen Masse darin, dass sie, wie es scheint, nur von organischen Körpern erzeugt, nur unter dem Einflusse schon verhandener organischer Materie dargestellt werden kann, wie in der unorganischen Welt Verwandtschaften durch das blosse Vorhandensein eines Körpers, Ferment, angeregt und geweckt werden.

Nachdem wir also bis jetzt nur in der Form und Bildungsfähigkeit der organischen Zelle einen durchgreifenden Unterschied zwischen organischer und unorganischer Masse gefunden haben, sehen wir nun, ob in Bezug auf die Erscheinungen des Daseins und der Entstehung bestimmte Unterschiede sich aufstellen lassen. Da es sich eben um die Daseinsform, also um die Lebenserscheinungen der Organischen und deren Abwesenheit bei den Unorganischen handelt, so können wir erwarten, hier die wichtigsten Momente aufzufinden. Wir betrachten zuerst die Entstehung, dann die das Leben überhaupt begleitenden Erscheinungen und endlich das Vergehen der Organischen im Gegensatz zu den Unorganischen.

In Bezug auf die Entstehung der Körper kann man wohl im Allgemeinen sagen, dass die organischen von Ihresgleichen erzeugt werden, die unorganischen unmittelbar aus den chemischen Verwandtschaften der Stoffe hervorgehen und nur bei den niedrigsten Formen der Thier- und Pflanzenwelt kann die Frage entstehen, ob unter dem Einflusse allgemein waltender Naturkräfte die Elemente so zusammentreten können, dass sie organische Materie darstellen oder nicht. Dieses führt uns dahin, den alten Satz *omne vivum ex ovo* gegen die Gründe für die *Generatio aequivoca* abzuwägen.

Was die *Generatio aequivoca*, Entstehung organischer Körper ohne Aeltern, Urzeugung, anbetrifft, so ist zuvörderst wohl zu unterscheiden, ob Infusorien und Entozoen nur aus Eiern oder aus diesen und sich zersetzender organischer Masse oder aus rein unorganischen Stoffen entstehen sollen. Wir betrachten

I. die Möglichkeit der Entstehung organischer Masse aus rein unorganischen Stoffen. *A priori* kann freilich nicht bestimmt werden, wie weit jetzt noch die schaffende Kraft der Natur geht, ob nicht das Leben, welches dem ganzen Erdorganismus inwohnt und die Quelle alles individuellen Lebens auf demselben ist, unter geeigneten Verhältnissen organische Materie und aus dieser die einfachsten Zellen, Zellpflanzen, Eithiere bilden kann. Die älteren Beobachtungen und Untersuchungen waren mit zu geringer Kenntniss der hier obwaltenden chemischen Verhältnisse angestellt und haben daher nur geringen

Werth. Es wurden ganz willkührlich gewählte Dinge, als Steine, Metalle u. s. w., mit destillirtem Wasser mit oder ohne Zutritt der Luft in Berührung gebracht und längere Zeit einer gewissen Wärme ausgesetzt. Dass dabei keine organische Masse erzeugt werden konnte, weil die dazu nöthigen Verhältnisse, ja selbst Elemente fehlten, leuchtet von selbst ein, und wenn dennoch Infusorien entstanden, so waren sie selbst oder ihre Eier durch irgend einen Zufall in das Wasser gekommen. So will Gruithuisen[1]) Infusorien in Aufgüssen von Granit und Marmor, Treviranus[2]) in Aufgüssen von Quecksilber, Kochsalz und Salpeter, und Burdach[3]) in Granit-Infusionen gesehen haben. Die Infusionsthierchen sollen alle erst spät, nach Monaten, entstanden sein und da nach Burdach der Zutritt der Luft nothwendig ist, so wurde diese also auch nicht abgehalten, und dadurch war den Infusorien der Zutritt von aussen gestattet. Wir finden in fast allen organischen Körpern Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, es scheint sonach die Gegenwart dieser Elemente auch zur primären Bildung organischer Wesen nothwendig zu sein; diese Hauptbedingung fehlte in den meisten der angegebenen Versuche, und wenn Treviranus Salpeter aufgoss, so ist doch nicht zu erwarten, dass unter so einfachen Umständen eine Zersetzung erfolgen werde, folglich konnten gar keine Infusorien oder Zellpflanzen entstehen. Es bleibt also immer noch die Frage, ob nicht, wenn die Umstände günstiger gestaltet werden, so dass jene Elemente leicht zusammentreten können, organische Marterie in der niedrigsten einfachsten Form entstehen könne. Hier scheint nun Mulder[4]) eine höchst wichtige Entdeckung gemacht zu haben. Derselbe stellte nämlich Versuche an über die Condensation des Stickstoffes der Atmosphäre in der Ackererde und zeigte, dass aus zersetztem Wasser und dem Stickstoffe der Atmosphäre stets Ammoniak gebildet werde, welches dann in einem folgenden

1) Gruithuisen, Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812. 100. — 2) Treviranus, Biologie. II. 305. — 3) Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. 2te Auflage. Leipzig 1835. — 4) Mulder, Versuch einer physiologischen Chemie. Braunschweig 1844. 155 seqq.

Umwandlungsprocesse Cellulose und Protein darstellen soll. Die Schlussfolgerungen, die Mulder aus seinen Versuchen zieht, sind folgende:

1) Aus stickstofffreien Substanzen, die aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, können unter dem Einflusse von Wasser und atmosphärischer Luft Zellenpflanzen entstehen, welche bei der trocknen Destillation eine ammoniakhaltige Flüssigkeit geben und den Stickstoff, den sie enthalten, also aus der Atmosphäre genommen haben müssen.

2) Der als Gas vorhandene Stickstoff kann direct zu Pflanzenstoff verbunden werden, wenn es gleich wahrscheinlich ist, dass zuerst Ammoniak gebildet werde.

3) Die atmosphärische Luft, welche in der Ackererde vorhanden ist, kann ohne besondere Zwischenverbindung mittelst irgend eines andern Körpers ebenso ihren Stickstoff mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff haltenden Körpern zu Pflanzenzellen verbinden, wie es in den mitgetheilten Versuchen der Fall gewesen ist.

Wenn sich die Mulderschen Versuche bestätigen, so wären allerdings die Umstände aufgefunden, unter denen die zur Erzeugung organischer Masse nöthigen Bedingungen erfüllt werden, und man müsste auch jetzt noch die Möglichkeit einer aus den Elementen hervorgehenden Urzeugung organischer Masse zugeben.

Anmerkung. Eine andere Thatsache, die wir hier nicht übergehen dürfen, ist neulich durch Andral und Gavarret mitgetheilt worden. Nachdem nämlich Liebig der Pariser Akademie die Mittheilung gemacht hatte, dass Albumin aus Blutserum, nachdem dieses neutralisirt worden war, durch Wasser in Form kleiner Kügelchen präcipitirt werde, verfolgten genannte Forscher diesen Punkt weiter und fanden, dass, nachdem das verdünnte Serum durch Schwefelsäure vorsichtig neutralisirt worden war, sogleich ein graulicher Niederschlag in einem durchsichtigen Fluidum erfolgte und in diesem entstanden unter Einwirkung der äussern Luft verschiedene Gruppen von Kügelchen, Bläschen und Cylindern vegetabilischer Natur. Ob aber nicht eben in dieser Flüssigkeit durch die Luft herbeigeführte Keime einen günstigen Boden zur schnellen Entwickelung fanden, ist bei alledem noch zu bedenken.

II. Entstehung der niedrigsten organischen Wesen aus vorher schon belebt gewesener organi-

scher Materie. Wenn nach den Mulderschen Versuchen unter günstigen Umständen aus unorganischen Körpern die zur Bildung organischer Masse nöthigen Elemente zusammentreten können, so wird dieses in zerfallender, früher belebt gewesener Masse noch eher möglich sein, denn die eben dazu nöthigen Elemente werden hier ja frei. Nur darf man sich die Sache nicht so vorstellen, als ob einzelne Partikeln der faulenden organischen Substanz sich ablösten und als Infusorien davon gingen, wie es Wrisberg sich vorstellte. Nur wenig modificirt war dieses auch die Ansicht von Schultze[1]). Jedes einzelne Blutkügelchen, Milchkügelchen u. s. w. soll sich mit einem trüben Ringe umgeben, auflösen und in eine Menge kleinster Monaden zerfallen. Auch dieses unmittelbare Zerfallen in belebte Monaden ist nicht möglich, denn die Fäulniss ist ja ein chemisches Zerlegen des Körpers unter Bildung neuer Stoffe durch den Einfluss der Luft u. s. w. Nur wenn Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff in dem gerade nothwendigen Verhältnisse *in statu nascenti* zusammentreffen, kann man sich die Möglichkeit denken, dass sie zur Bildung organischer Masse zusammentreten.

Folgende Erfahrungen sprechen wenigstens dafür, dass die Zersetzung organischer Materie die Entstehung der Infusorien sehr begünstigt:

1) Ueberall, wo organische Masse sich zersetzt, entstehen Infusorien in Unzahl.

2) So lang eine im Wasser stehende Pflanze kräftig vegetirt, entstehen in dem Wasser keine Infusorien, allein sobald sie kränkelt, ihr Stoffwechsel also gestört ist, entstehen dergleichen sehr rasch (Treviranus[2]).

3) Reines Wasser, ohne Zusatz irgend eines organischen Stoffes, mit Ausnahme der oben angegebenen Umstände, erzeugt keine Infusorien (Schultze[3]).

Betrachten wir die in Aufgüssen thierischer oder pflanzlicher Stoffe befindlichen Thierchen, so sind viele derselben viel zu

---

1) Schultze, Mikroskopische Untersuchung über Brown's Entdeckung u. s. w. Carlsruhe 1824. — 2) Treviranus, Biologie. II. 264 seq. — 3) Schultze, in Gurlt und Hertwig's Magazin für die Thierheilkunde. I. 487.

hoch organisirt, haben einen complicirten Verdauungsapparat, Muskeln, Nerven, selbst Sinnesorgane, als dass sie durch Urzeugung entstanden sein könnten, und nur bei den allereinfachsten Pflänzchen und Thierchen kann nach einer solchen Entstehungsweise gefragt werden. Eine andere Frage, ob nicht vielleicht die Eier durch Urzeugung entstehen und sich dann zu den Thierchen erst entwickeln können, ist durch Erfahrung und Beobachtung schwer oder gar nicht zu beantworten. Insofern man unter solchen Eiern einfache Zellen versteht, die vielleicht noch im Laufe ihres Daseins einer geringen Metamorphose fähig sind, kann man nach dem oben Gesagten die Möglichkeit nicht ableugnen, und selbst Ehrenberg[1]) giebt dieselbe zu.

Die Vermehrung der Infusionspflänzchen und Thierchen aus Saamen und Eiern (sich ablösenden Zellen) ist durch Ehrenberg ausser allen Zweifel gesetzt; derselbe hat in sehr kleinen Infusorien noch Eierstöcke gesehen und glaubt, dass selbst die Eier der Entozoen von aussen in den Körper kommen und mit dem Blute circuliren können, bis sie an einen, ihrer Entwickelung günstigen Ort gelangen. Schultze hält die in der Luft als trockner Staub herumgeführten und im Wasser sich belebenden Eier, neben der schon erwähnten Auflösung organischer Masse zu belebten Monaden für die häufigste Quelle der Infusorien, und Joh. Müller sucht so weit als möglich die Entstehung der Infusorien und Entozoen von Eiern abzuleiten, gesteht aber selbst zu, dass eine consequente Widerlegung der *Generatio aequivoca* sich in ebenso grosse Unwahrscheinlichkeiten begiebt, als ihre Vertheidigung. — Die Einwürfe nun, welche der alleinigen Entstehung der Infusorien und Entozoen aus Eiern gewöhnlich gemacht werden, sind kurz folgende:

1) Wenn die Eier durch die Luft verbreitet würden, so bedürfte es nicht erst der Infusion, um sie überall und stets wieder zu finden.

2) Diese Eier müssten doch einmal aufgefunden werden. Bei den Entozoen wird die Schwierigkeit noch grösser, denn

---

1) Ehrenberg, Poggendorf's Annalen. 1832. 1.

3) wie ist es möglich, dass, da fast jede Gattung ihre eignen Entozoen hat, die Eier derselben von aussen kommen können?

4) Wenn die Eier der Entozoen von aussen kommen, wie gelangen sie an den Ort ihrer Entwickelung, z. B. in das Gehirn, die Nieren, Ovarien u. s. w.? Sie sind offenbar zu gross, um mit dem Blute durch die Capillaren circuliren zu können. Angenommen aber, sie könnten durch die engen Capillaren passiren, so ist doch noch zu bedenken, dass das Gefässsystem eine überall geschlossene Höhle ist, aus welcher wohl Säfte, aber keine Eier austreten können.

Prüfen wir nun die angegebenen, für die *Generatio aequivoca* sprechenden Gründe und Beobachtungen, und vergleichen wir sie mit den neuern, sorgfältigern Untersuchungen, so wird ihr Werth sehr geschmälert. Nachdem früher schon v. Siebold [1]) auf den grossen Unterschied in der Form der jungen und der ausgewachsenen Cestoiden aufmerksam gemacht hatte, welche Beobachtung Eschricht [2]) bestätigte, wurde von Valentin [3]) in dem Fusse des gemeinen Frosches ein vibrionenähnliches Entozoon, und in dem Herzblute der Forelle ein eigenthümliches, später wahrscheinlich auch von Gluge [4]) bemerktes Thierchen gefunden. Hierher gehört auch die Beobachtung von Schmitz [5]), welcher bemerkte, wie ein Entozoon die Wände der Gekrösvene durchdrang und einen körnigen Inhalt (Eier?) entleerte. Nasse hat ebenfalls in dem Froschblute Infusorien in Menge gesehen, auch Mayer und Klenke [6]) wollen im menschlichen Blute zahlreiche (!?) Infusorien gefunden haben, Klenke nämlich im eignen Blute, und mit dem Auftreten der Thierchen im Blute war allemal periodischer Schwindel verbunden (?). Nachdem so die Existenz kleiner Würmer im Blute erwiesen, auch die Möglichkeit erkannt war, dass ein

1) v. Siebold, in Burdach's Physiologie. 2. Aufl. II. 205. — 2) Eschricht, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Bothriocephalen. Breslau 1841. 4. — 3) *Valentin, De functionibus nervorum. Bernae* 1839. 144. *Nota.* u. J. Müller's Archiv 1841. 435. — 4) Gluge, J. Müller's Archiv 1842. 148. — 5) *Schmitz, De vermibus in circulatione viventibus. Berolini* 1826. 15. — 6) Klenke, Neue physiologische Abhandlungen. Lpzg. 1843. 163.

Wurm die Gefässwandung durchdringen könne, machte Valentin [1]) durch Beobachtungen am *Cyprinus tinca* und am Frosche wahrscheinlich, dass die einer *Filaria* ähnlichen Jungen von *Ecchinorhynchus* aus einer Chryfalide im Gekrös des Frosches sich entwickeln und dann den Darm durchbohren: zugleich fand er daselbst eine Menge kleiner Distomen (Entwickelungsform der Genannten). Vogt [2]) wiess schon ein Wandern der Filarien aus der Höhle des Bauchfelles in das Gefässsystem des Frosches nach. Durch diese Beobachtungen wurde es auch schon erklärlich, wie Valentin [3]) in der Flüssigkeit des vierten Ventrikels des Frosches nicht selten Vibrionen und bei einem 6 Zoll langen Schaafsembryo in der das Rückenmark umgebenden Flüssigkeit Distomen-Eier finden konnte. Derselbe bemerkte auch den *Strongylus armatus* in dem Blute der scheinbar unverletzten Pfortader des Pferdes [4]) und endlich in den Nieren des Frosches einen embryonalen Eingeweidewurm, der oft in der Blase vorkommt, also wahrscheinlich in den Nieren ein früheres, in der Blase ein späteres Lebensstadium durchläuft [5]). Gruby [6]) bestätigte Valentin's Beobachtung von dem Umlaufe der Entozoen-Eier im Froschblute und sah auch Trematoden im Blute eines Hundes, machte aber auch Einspritzungen mit Eiern vom *Monostoma* in die Venen des Frosches und fand dieselbe in der Lunge wieder, wo sie sich entwickelten. Am umständlichsten und genauesten hat Eschricht [8]) diese Wanderungen und Verwandlungen der Eingeweidewürmer, die mit gewissen Jahreszeiten zusammenfallen, verfolgt und beschrieben. Nachdem nun in Bezug auf die Entwickelung der Entozoen v. Siebold schon nachgewiesen hatte, dass *Coenurus* und *Ecchinococcus* sich durch Sprossen, *Cercaria*, *Distoma* und *Bucephalus* durch Keimkörner in Keimschläu-

---

1) Valentin, Repert. VI. 50. Anmerk. u. 192. Anmerk. — 2) Vogt, J. Müller's Archiv 1842. 189. — 3) *Valentin*, *De functionib. nervorum.* 101., *Annotat.* 1. u. J. Müller's Archiv 1840. 317. — 4) Valentin, Repert. VI. 51. — 5) Valentin, Repert. VIII. 90. — 6) Gruby, ibid. u. *Institut.* 1842. — 7) Eschricht, Anatomisch-physiologische Untersuchung über die Bothriocephalen. Breslau und Bonn. 1841.

chen, *Ecchinorhynchus*, die Cestoiden und Tremataden durch Eier sich vermehren, so machte Eschricht die höchst wichtige Entdeckung, dass die grosse Zahl der in den Entozoen bemerkten Eier wirklich zur Entwicklung bestimmt seien, aber nicht nur in dem Thiere, in dem der Wurm nistet, sondern er bemerkte, dass die grösste Zahl dieser Eier auf irgend einem Wege aus dem Körper in's Freie gelangen, dort verweilen, bis sie entweder zerstört oder von einem anderen Thiere gleichsam aufgelesen werden. Derselbe berechnete die Menge der Eier eines Spulwurmes auf 60,000,000 und bei *Bothriocephalus latus* sind die Eier durch harte Schalen geschützt und gehen, durch eine feste klebrige Masse eingehüllt, nachdem der Uterus geplatzt ist, in harten cylindrischen Formen zusammengepackt, aus dem Körper. Die periodische Ablösung der Glieder des *Bothriocephalus punctatus* hat Eschricht bei *Cattus scorpius* verfolgt. Der Wurm steckt in den *Appendices pyloricae* dieses Fisches, ist im Sommer nur ein Kopf, der im Spätsommer Glieder erzeugt, welche sich durch Quertheilungen vermehren, der Wurm muss also bald aus dem Appendix in den Darm hineingelangen und erreicht im Winter seine grösste Länge. Im Frühjahr bilden sich die Eier zuerst in den vom Kopfe entferntesten Gliedern und im Sommer sind sie so reif, dass die Glieder sich ganz vom Kopfe ablösen, um durch den After ausgeleert zu werden[1]). Man sieht, dass diese Eier die Bestimmung haben müssen, einige Zeit ausserhalb des lebenden Körpers zuzubringen, und da ihre Aufnahme in einen andern lebenden Körper sehr vom Zufalle abhängt, so hat die Natur die Gefahr des völligen Aussterbens der Gattung und Species durch die ungeheure Menge der Eier vermieden. Beim *Bothriocephalus latus* der Menschen herrschen gewiss ähnliche Verhältnisse. Einer der wichtigsten Gewinne für die Kenntniss der Entozoen ist aber die Erfahrung, dass die höhern Gattungen der Eingeweidewürmer mit solchen Wanderungen ganz merkwürdige Formveränderungen ihres Körpers verbinden. Schon v. Siebold bemerkt dieses am *Monostoma*,

---

1) *Eschricht*, *Nova acta nat. cur. Vol. XIX. Suppl. II.* 1841. p. 41 *seq.*

Valentin, wie schon bemerkt, am *Ecchinorhynchus*, Miescher[6]) aber verfolgte diesen Process am sorgfältigsten bei den Würmern der Triglen. Zuerst trat eine geschlechtslose Filarie auf, die sich, wie es schien, verpuppte, während sich in ihr ein neuer Wurm bildete, der jene Filarie aufzehrte; in diesem entstand darauf ein *Tetrarhynchus*, welcher, an seiner Mutter Vergeltungsrecht übend, diese zerstörte und nun als freier Wurm seine Wanderung begann. Zu solchen Wanderungen dienen den Würmern ihre Waffen, mit denen sie sich Wege durch die Gewebe bahnen. Miescher bemerkte nun in den Triglen nie ein Wandern der Würmer nach dem After, sondern nach der Maul- und Kiemenhöhle hin, welcher Weg auch bei der mit Schuppen bedeckten Haut der einzige bleibt. Eschricht fand dagegen in den Kiemenmuskeln Würmer, die nach einwärts gewendet waren, also auf dem Wege begriffen, ihre Eier im Innern abzulegen. Nicht weniger Licht über diesen merkwürdigen Formwechsel haben die Arbeiten von Steenstrup [1]) gegeben. Auch er bestätigt, dass die Cercarien eine Uebergangsform der Distomen und zwar deren Larven seien. An den Süsswasserschnecken sah er die zwei Cercarien, *Cercaria echinata* und *armata* v. Siebold, sich an die Schleimhaut der Schnecke befestigen, sich mit einem gerinnenden Schleime umgeben und so gleichsam einpuppen, und in der Leber fand er mehrere grössere, aber trägere Exemplare wieder, ferner sah er sie unter der Haut und in den Körperhöhlen. Das Resultat seiner Untersuchungen ist, dass aus den Eiern der Distomen erst in der dritten Generation vollkommene Distomen sich herausbilden. Er nennt diese Art die Jungen zu pflegen Ammenpflege, und die Cercarie ist die Brut des königsgelben Wurms, *Bojanus*, den man in grosser Menge in den Süsswasserschnecken fin-

---

1) Miescher, Entwickelung der Bothriocephalen. In Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Versammlung zu Bern. 1839. 8. 67. — 2) Steenstrup, Ueber den Generationswechsel, oder die Fortpflanzung und Entwicklung durch wechselnde Generationen, eine eigenthümliche Form der Brutpflege in den niedern Thierklassen. Deutsch von Lorenzen. Kopenhagen 1842. p. 15. seqq.

det, und den Steenstrup die „Amme der Cercarien“ nennt.

Nach diesen Beobachtungen, die wir hier nur andeuten konnten und die in andern Thierordnungen auch noch Analoga finden, dürften folgende Sätze als der Wahrheit am nächsten kommend jetzt anzusehen sein:

1) Alle Entozoen werden aus Eiern entwickelt, die man selbst in ganz geschlossenen Höhlen findet, wohin sich der Mutterwurm den Weg mit seinen Waffen bahnt. (Valentin.)

2) Die höher organisirten Entozoen haben mehrere Stadien ihres Lebens, die mit gewissen Metamorphosen ihres Körpers zusammentreffen, und diese letztern sind so bedeutend, dass manche jetzt als von verschiedenem Genus betrachtete Würmer nur verschiedene Entwickelungsformen eines und desselben Thieres sind. (Eschricht.)

3) Daher sind viele geschlechtslose Entozoen nur als nicht vollendete Formen anzusehen.

4) Diese verschiedenen Entwickelungsstadien bringen die Entozoen in verschiedenen Organen höherer Thiere, wahrscheinlich auch zum Theil ausserhalb eines belebten Wesens zu.

5) Bei diesen Wanderungen durchbrechen sie die organischen Gewebe, ohne dass durch die gemachte Oeffnung auffallende Störungen veranlasst würden, denn der Wurm ist sehr klein und hinter ihm schliesst sich die gemachte Oeffnung sogleich. (Schmitz.)

6) Da diese Lebensabschnitte der Entozoen an gewisse Jahreszeiten gebunden zu sein scheinen, so muss es eine Zeit geben, wo die Entozoen am geneigtesten sind, den Körper zu verlassen. Diese Zeit für jede einzelne Species durch Beobachtung zu finden, ist für die Praxis von Wichtigkeit.

Die oben S. 25 angegebenen Gründe für die *Generatio aequivoca* bestanden eigentlich nur darin, dass man sich nicht erklären konnte, wie ein lebender Wurm in die geschlossenen Höhlen höherer Thiere kommen könne; alle können aber, wie folgt, widerlegt werden:

Ad 1. Auch die durch die Luft und andere Umstände verbreiteten Eier der Infusorien bedürfen, wie jedes andere Ei, be-

sonderer äusserer begünstigender Umstände, die es aber gerade in bestimmten Infusionen findet, daher auch die ungeheure Vermehrung derselben. Wir sehen etwas Aehnliches ja auch bei vielen höher organisirten Thieren, z. B. bei den Heuschrecken, die nur in manchen Jahren, bei gewissen Witterungsverhältnissen sich unglaublich vermehren. Auch giebt es Infusorien, die man fast überall wiederfindet, z. B. *Glaucoma scintillans*, *Parmelium aurelia*, *Hydatina senta* u. A., weil die Entwickelung ihrer Eier an Umstände geknüpft ist, die sich überall wiederfinden.

Ad 2. Die Eier der meisten Infusorien sind wirklich gesehen worden, und wo sie noch nicht gefunden worden sind, können wir sie nach den Untersuchungen von Ehrenberg, v. Siebold, Valentin, Eschricht, Miescher u. A. voraussetzen, ohne einen grossen Missgriff zu thun.

Ad 3. Wenn in gewissen Infusionen nur gewisse Thierchen vorkommen und fast jede Thiergattung ihre eigenen Entozoen besitzt, so ist zu bemerken, dass ja jedes Land seine eignen Thiere und Pflanzen hat, deren Dasein von den Höhen- und Breitengraden, von den Gebirgen, vom Boden, vom Reichthum oder Mangel an Wasser u. s. w. in dieser Gegend abhängt, dem Entozoon ist aber das Thier, in dem es wohnt, seine Welt, und gerade in diesem und in keinem andern finden sich die seine Entwickelung begünstigenden Umstände; daher finden sich die Entozoen selbst nach der Lage und Beschaffenheit der Länder beschränkt, wie bekanntlich der *Bothriocephalus latus* des Menschen. Wir erinnern noch daran, dass kranke Saamen vom *Agrostis*, *Phalaris* und *Triticum* Vibrionen enthielten, diese aber nur in solche Thiere übergehen werden, welche sich von diesen Pflanzen nähren. Was die von *Treviranus* mitgetheilte Beobachtung anbetrifft, dass in einem Glase mit Wasser, in welchem Pflanzen grünen, so lange keine Infusorien entstünden, als die Pflanzen recht lebenskräftig sind, sogleich aber bemerkt werden, wenn die Pflanzen kränkeln, so ist darauf zu erwidern, dass in jedem Glase der Art Infusorien vorkommen, in grösserer Menge aber dann erst bemerkt werden, wenn die Pflanze kränkelt, weil, so lange diese gesund ist, ein regelmässiger

Stoffwechsel unterhalten wird, sobald sie aber kränkelt, geben zersetzte Pflanzenstoffe hinlängliche Nahrung für zahlreiche Infusorien.

So gross diese hier nur angedeuteten Fortschritte in der Kenntniss von dem Leben der Eingeweidewürmer sind, so haben sich doch dabei zugleich manche Räthsel gefunden, deren Lösung noch manche sehr sorgfältige und mit Umsicht angestellte Untersuchungen verlangt, denn mit Recht fragt man, in welchem Verhältnisse die Ammen zu der von ihnen genährten Brut stehen. Im ersten Augenblicke könnte man an Selbstbefruchtung denken, allein die Amme ist geschlechtslos, der Schmarotzer befindet sich in einer nicht normalen Höhle und das junge Thier zerstört das alte. Das Alles sind Umstände, welche nöthigen, jenen Gedanken zu verlassen. Merkwürdig ist dabei noch, dass das zweite Thier höher organisirt ist als das erste, und das dritte höher als das zweite.

Eine andere noch nicht genau erkannte und erklärte Erscheinung sind die bei Fröschen von Remak [1]) beobachteten Wimperblasen und Hornfäden. In dem Mesogastrium der Frösche bemerkte nämlich genannter Forscher kleine durchsichtige Bläschen, deren Wand im Innern mit Flimmerepithelium ausgekleidet ist, wodurch der Inhalt des Bläschens, d. i. Flüssigkeit mit kreisrunden dunkeln Körperchen, in steter Bewegung erhalten wurde. Aeusserlich schienen diese Bläschen von knotigen Fäden umgeben zu sein. — Die Hornfäden sind haarförmige, cylindrische braune Körper von $\frac{1}{2}$—1 Linie Länge, meist mit abgestutzten Enden, die sich in ebenfalls runden oder biscuitförmigen, kettenartig aneinandergereihten kleinen Bälgen in den Gekrösplatten des Frosches finden. Valentin [2]) ist geneigt, die Wimperblasen für ein früheres, die Hornfäden für ein späteres Stadium einer und derselben Bildung zu halten. — Die Psorospermien von J. Müller [3]) sind ähnliche kleine Cysten, zuerst in dem Zellengewebe der Muskeln in der Augenhöhle des Hechtes und anderer Fische bemerkt, welche im Innern be-

1) Remak, J. Müller's Archiv 1841. 446. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 654. — 3) J. Müller's Archiv 1841. 477.

wegungslose, den Spermatozoen ähnliche Körperchen enthalten, deren innere Organisation ebenfalls noch nicht erkannt, deren ganzes Erscheinen aber wichtig genug ist, um zu neuen Untersuchungen aufzufordern.

Endlich dürfen wir hier der Gährungspilze nicht vergessen; das sind ganz einfache Zellen, die sich bei der Essig- und bei andern Gährungen bilden und in Gruppen zu den Gährungspilzen vereinigen. Sie scheinen, ohne vorhandenen Saamen, durch unmittelbares Zusammentreten der Elemente zu entstehen.

Ueberblicken wir noch einmal das Ganze und suchen wir ein Endresultat zu gewinnen, so dürfte es folgendes sein:

Obgleich die Wimperzellen, Hornfäden und Psorospermien noch als räthselhafte Erscheinungen dastehen, so spricht doch die Mehrzahl der Gründe gegen eine *Generatio aequivoca* der Thiere, während die Untersuchungen Mulder's über die Condensation des Stickstoffes für die Möglichkeit sprechen, dass die Elemente (Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff) unmittelbar zusammentreten, organische Materie darstellen können, deren Krystallisationsform, wenn ich so sagen darf, dann die einfache Zelle ist. Da die Pflanzen diejenigen Theile des Erdorganismus sind, durch welche unorganische Stoffe für das Thierreich zur Nahrung vorbereitet werden, so möchte man um so mehr geneigt sein, den von Mulder beobachteten organischen Stoff für vegetabilischer Natur zu halten, wie die Gährungspilze.

Auch bei den Pflanzen scheint eine unmittelbare Entstehung nur bei dem ersten Anfange aller vegetabilischen Bildung möglich zu sein, denn bei der *Muscardine*, d. i. eine zuerst an der Seidenraupe, später an vielen andern Insecten beobachtete confervenähnliche Wucherung, durch welche das Thier zerstört wird, ist durch Andouin [1]) die Fortpflanzung durch Sporen nachgewiesen worden. Stilling [2]) beobachtete an Salamandern und Fröschen Vegetationen, deren Natur ihm aber

1) *Andouin, Annales des sciences naturelles. Zoologie. XI.* 65. — 2) Stilling, J. Müller's Archiv 1841. 279.

noch dunkel blieb; bald darauf zeigte Hannover [1]) deren Conferven-Natur und Fortpflanzung durch Sporen. Da in der neuern Zeit oft vegetabilische Bildungen im Innern menschlicher und thierischer Leichen beobachtet worden sind, so wendete Langenbeck[2]) diesen seine Aufmerksamkeit zu und entdeckte die Sporenbildung der Schimmel, welche im Darmkanale einer Typhusleiche gefunden worden waren.

Uebrigens weist bei einer confervenähnlichen Alge Thienemann [3]) die Sporenbildung nach; Porty [4]) handelt diesen Gegenstand mehr im Allgemeinen ab und Henle [5]) stellt eigne und fremde Erfahrungen mit Reflexionen begleitet zusammen.

Aus den wenigen angeführten Thatsachen geht hervor, dass schon die zu den niedrigsten Pflanzen gehörenden Gebilde sich durch Sporen fortpflanzen, was wohl auch ganz natürlich ist, denn es gehört ja nur das Loslösen einzelner Zellen von der Mutterpflanze dazu, um eine Vermehrung und Ausbreitung zu bewirken, wobei allerdings noch nicht abgewiesen ist, dass nicht die erste ursprüngliche Mutterzelle unter ähnlichen Umständen, wie sie Mulder angiebt, durch unmittelbare Zeugung entstanden sein könne.

Eine Vermengung der niedrigsten Pflanzen- und Thierformen, so wie ein Uebergang der einen Form in die andere ist nach den grossartigen und ausgebreiteten Untersuchungen Ehrenberg's [6]) nicht anzunehmen; (er macht die Bemerkung: die fruchtstreuende Alge unterscheidet sich von der sie umschwärmenden Monade wie der Baum vom Vogel;) am allerwenigsten aber in der Art, wie vor kurzem noch Kützing [7]) gethan, der eine Umwandlung der grünen Augenthierchen in Oscillatorien, von da in höhere Stufen bis zu den Moosen hinauf lehrte, oder wie

1) Hannover, J. Müller's Archiv 1842. 73. — 2) Langenbeck, Froriep's Notizen 1839. Nr. 252, p. 145. — 3) Thienemann, Vhdlg. d. Carol.-Leopold. Akademie. XIX. 1, p. 24. — 4) Porty, Allg. Naturgeschichte. 1837. p. 147. — 5) Henle, Pathologische Untersuchungen. Berlin 1839. p. 37 u. 65. — 6) Ehrenberg, in Poggendorf's Annalen. 1842. XXIV. 19. — 7) Kützing, die Umwandlung niederer Algenform in höhere u. s. w. Harlem 1841.

neulich Unger [1]), der den aus Algen hervortretenden Sporidien thierische Natur zuschrieb, da doch ähnliche Erscheinungen an andern Pflanzen von Link, Meyen, Göppert und Anderen beobachtet worden sind; auch Hannover beschreibt ähnliche Phänomene an der Confervenbildung der Frösche.

Die zahlreichen andern Beobachtungen und Untersuchungen über infusorielle Pflanzen und Thiere, so wie über Entophyten und Entozoen müssen wir hier übergehen; wir verweisen in Bezug auf ältere Ansichten und Litteratur auf Burdach [2]), die neuere hat Sobernheim [3]) gut zusammengestellt.

Trotz der vielleicht möglichen Ausnahme, welche Mulder's Untersuchungen andeuten, glauben wir in der jetzt betrachteten Beziehung den Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern so ausdrücken zu können: Organische Körper werden durch gleich organisirte ältere Wesen, Aeltern, erzeugt, die unorganischen Körper bilden sich, sobald die chemische Verwandtschaft der sie zusammensetzenden Elemente frei wirken kann.

Gehen wir nun auf die Unterschiede über, welche sich in den Erscheinungen des Daseins bei organischen und unorganischen Körpern kund geben, so ist zuerst im Allgemeinen der Wechsel der Erscheinungen, welcher die organischen Körper characterisirt und von welchem wir in den unorganischen keine Spur finden, zu bemerken. — Entstehen, Wachsen und Vergehen umschreibt das ganze Dasein des Organischen. Mit diesem Wechsel der ganzen Erscheinung ist wesentlich und nothwendig verbunden:

Der Stoffwechel. Jedes Thier und jede Pflanze nimmt stets und ununterbrochen Stoffe von der Aussenwelt auf, die es eigenthümlich verändert, in seine Masse verwandelt und dafür andere Stoffe an die Aussenwelt abgiebt. Die Pflanze nimmt Kohlensäure, Ammoniak und Wasser nebst salzigen und erdigen Stoffen auf und bereitet daraus Materien, welche dem Thiere

---

1) Unger, die Pflanze im Momente der Thierwerdung. Wien 1843. — 2) Burdach, Physiologie. 2. Aufl. I. 29. — 3) Sobernheim, Elemente der allgemeinen Physiologie. Berlin 1844. p. 6. seqq.

zur Nahrung dienen. Etwas Aehnliches findet man in der unorganischen Natur nicht. Der Krystall ist nur eine nach bestimmten Gesetzen erfolgte Anhäufung und Gruppirung gleichartiger Molekülen. Es streben ferner nur die gleichartig gemischten Stoffe darnach, sich zu einem Krystall zu vereinigen, während der organische Körper für die Dauer seines Daseins ungleichartig gemischte Stoffe in sich aufnimmt. Das was der Krystall einmal in sich aufgenommen hat, bleibt sein Eigenthum, er giebt ohne Zerstörung seiner selbst Nichts wieder ab; der organische Körper verliert sein Leben, wenn die Ausscheidung gewisser Stoffe gehindert ist. Eine scheinbare Ausnahme dieser Regel machen die Saamen und Eier, aber auch hier muss ein gewisser, wenn auch äusserst geringer Stoffwechsel stattfinden, der bei den Eiern längst erwiesen ist; sie verlieren ihre Lebensfähigkeit, wenn sie durch einen Ueberzug von Oel, Wachs oder Lack der Einwirkung der Aussenwelt ganz entzogen werden. Volkmann [1]) hat durch Versuche gefunden, dass das Ei seine eigne Temperatur hat, die es gegen äussere Einflüsse zu behaupten strebt, die Erhaltung eigner Wärme ist aber nur bei einem gewissen Stoffwechsel möglich. Ein lebendes Ei friert bei einer äussern Temperatur von -8^0 erst nach $1\frac{3}{4}$ Stunde, ein getödtetes Ei nach $1\frac{1}{4}$ Stunde. Bei diesem anzunehmenden Stoffwechsel giebt aber das Ei dem Gewichte nach mehr ab, als es aufnimmt, denn ein Hühnerei verliert täglich ungefähr einen Gran. Bei den Saamenkörnern scheint sogar in der Ruhe eine gewisse Vervollkommung stattzufinden, denn es ist ja eine bekannte Erfahrung der Oeconomen, dass ältere Getreidekörner kräftigere Pflanzen liefern, als junge; dasselbe gilt von Leinsaamen und Melonenkörnern und wahrscheinlich von allen oder den meisten Saamen, denn bei dem Wechsel der Jahreszeiten sind die im Herbste gereiften Samen erst für das nächste Frühjahr zu keimen bestimmt. Endlich, jedes Saamenkorn hat eine gewisse Lebensdauer, wie lange es keimfähig bleibt, nach dieser Zeit ist es nicht mehr keimfähig, es widersteht auch den

1) *Volkmann, Observationes biologicae de magnetismo animali et de ovorum animaliumque caloris quadam constantia ejusque explicatione. Lips.* 1826. *p.* 301 *seqq.*

äussern zerstörenden Einflüssen nicht mehr in dem Grade wie früher. Mit diesem Stoffwechsel und der Zusammensetzung der Organischen aus Zellen hängt eine andere Eigenthümlichkeit zusammen: die Organischen wachsen nämlich durch Intussusception, die Unorganischen durch Apposition. (Vergl. hierüber die Lebensäusserungen der Zelle.)

In der neuern Zeit hat Jordan [1]) höchst interessante Versuche über die Regenerationsfähigkeit der Krystalle gemacht, aus denen er den Schluss zieht, wenn ein Krystall auf irgend eine Art verstümmelt, seiner Kanten oder Ecken beraubt worden sei, so strebe er vorzugsweise darnach, diese Verluste zu ersetzen. Indessen mehrere Versuche, die mein Freund, der Herr Dr. Meurer hier, anstellte und mir mitzutheilen die Güte hatte, sprechen durchaus nicht für eine besondere Regenerationsfähigkeit der Krystalle, sondern nur dafür, dass an rauhen Stellen des Krystalles aus der Mutterlauge leichter ein Absatz erfolge, als an andern ebenen und glatten Stellen. Der Krystall hat keine bestimmten Abschnitte des Lebens, keine Succession bestimmter Erscheinungen in der Zeit, er strebt nur den Raum auszufüllen; hat er dieses gethan, so ist seine bildende Thätigkeit erloschen, es werden sich nun ebenso gut fremdartige, als gleichartige Molecülen krystallinisch auf ihm absetzen, er ist abgestorben. Nur so lange der Krystall in seiner Ausbildung begriffen ist, während der Krystallisation, kann er allenfalls mit einem organischen Körper verglichen werden. Jordan, indem er dem Krystalle Leben vindicirt, macht den Physiologen den Vorwurf, dass sie den fertigen, vollendeten Krystall stets mit dem werdenden Organismus verglichen, sie sollten vielmehr beide Körper, den Krystall und den Organismus, als werdende und gewordene vergleichen. Nach unserer Ansicht ist der Organismus aber stets ein werdendes, ein sich stets erneuerndes Wesen. Er kann nur im steten Stoffwechsel bestehen, Stillstand ist ihm Tod. Vom ersten Keime des Embryo bis zum letzten Athemzuge des Greises ist der Organismus ein Werdendes, sich stets Erneuerndes; daher kann auch nur der werdende Krystall mit dem Orga-

---

1) Jordan, J. Müller's Archiv. 1842. 46.

nismus, der vollendete Krystall nur mit der Leiche verglichen werden. Dieses führt uns auf einen letzten Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern; nämlich: erstere sterben, letztere aber nicht, d. h. die organischen Wesen haben ein gewisses Lebensziel, die ihnen inwohnende Idee müssen sie ganz und allseitig, im Raume und in der Zeit, zu verwirklichen, darzuleben suchen, und nachdem dieses geschehen ist, treten ihre Elemente wieder unter die Gesetze der unorganischen Natur: sie sterben. Der unorganische Körper hat kein Lebensziel, welches er durch Veränderungen in der Zeit zu erlangen strebt, er hat nur den Raum auszufüllen, seine Elemente sind stets den einfachen Gesetzen der unorganischen Verwandtschaft gefolgt, und wenn er zu sein aufhört, so ist nur eine Veränderung in der Lage oder Mischung seiner Molecülen vor sich gegangen.

Fragen wir nun schlüsslich, welches die wesentlichen Unterschiede zwischen organischen und unorganischen Körpern sind, so finden wir bei den organischen als durchgreifend nur die Entstehung aus ähnlichen organischen Wesen, den durch das Leben selbst bedingten Wechsel der Erscheinungen und die Zusammensetzung aus Zellen, welche in sich selbst wieder den Gegensatz von Hülle und Inhalt entwickeln.

§. 3.

Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren. Konnten wir schon zwischen organischen und unorganischen Körpern nur wenige durchgreifende Unterschiede auffinden, so werden wir dergleichen zwischen Pflanzen und Thieren noch weniger wahrnehmen, und diese werden sich nur auf einige Modificationen der äusseren Form, der Elementartheile, der Mischung und der Lebenserscheinungen beziehen, kaum einer wird durchgreifend sich bis auf die niedrigsten Formen organischer Gebilde erstrecken.

A. Aeussere Form. Die Pflanze trägt alle ihre nicht zahlreichen aber formenreichen Organe nach aussen, alle Lebensthätigkeit ist gegen die Oberfläche gerichtet, Wurzel, Blatt

und Blüthe ist der Aussenwelt zugewendet, und da eben diese Organe die mannigfaltigsten Formen und Zusammenstellungen zeigen, so entsteht eine ausserordentliche Vielgestaltigkeit des Pflanzenreiches. Das Thier dagegen birgt Alles in seinem Innern, alle seine mannigfaltigen Organe sind von einer Wand umgeben, an der fast nur die activen Bewegungsorgane hervorragen, daher wir im Ganzen eine gewisse Gleichförmigkeit der Form im Thierreiche antreffen. Aus diesen Eigenthümlichkeiten der beiden organischen Reiche geht ein Unterschied hervor, der noch am durchgreifendsten ist und nur bei denjenigen niedrigen Organismen zu fehlen scheint, deren pflanzliche oder thierische Natur noch zweifelhaft ist, z. B. bei den Bacillarien (die Ehrenberg wohl mit vollem Rechte den Thieren zuzählt), nämlich das Dasein einer innern Verdauungshöhle mit einer dahin führenden Mundöffnung. Dieselbe tritt auf, ehe noch ein Darmkanal bemerklich wird. Die Form der Verdauungshöhle richtet sich bei den niedrigsten Thieren etwas nach der Gestalt des Körpers; so ist sie bei *Halina papillaris* ästig verzweigt und bei den Akalephen besteht sie aus einer centralen Höhle, von welcher sternförmige Verlängerungen ausgehen; nur erst später tritt wirklicher Darmkanal und After hinzu. Die niedrigsten Thiere gleichen daher einer selbstständigen, an einer Seite geöffneten Zelle. Bei den Pflanzen findet sich etwas Aehnliches nicht; bei den höchst-, wie bei den niedrigstorganisirten Pflanzen geschieht der Stoffwechsel mit der Aussenwelt durch die nach aussen gelegenen geschlossenen Zellen, daher muss bei der Pflanze die äussere, der Luft und dem Wasser sich darbietende Fläche möglichst vergrössert sein. Der Grund dieses Verhältnisses liegt in den zu assimilirenden Stoffen, welche für die Pflanze im Wasser, in der Luft oder dem Erdboden verbreitet sind. Die Nahrung des Thieres ist nicht so allgemein verbreitet, das Thier muss dieselbe erst suchen, erfassen, mit dem Körper in bleibende, nähere Berührung bringen, das kann nur in einer Höhle des Körpers geschehen. Da nun bei der Pflanze alle Organe nach aussen, bei dem Thiere nach innen liegen, so ist bei ersteren Vervielfältigung der äussern Form, bei letzteren Vervielfältigung

der innern Organe die erste Folge jeder Steigerung der Organisation.

B. Form der Elementartheile. Bei der Pflanze finden wir die grösste Einfachheit und Gleichförmigkeit der Elementartheile, alle ihre Organe bestehen aus Zellen und deren nächsten Modificationen, die ganze Pflanze ist eine zweckmässig geordnete Anhäufung von Zellen, welche alle eine grosse Selbstständigkeit behalten, daher wir von sehr vielen Pflanzen einzelne Theile abtrennen können, die dann sehr leicht ein eignes Leben fortführen. Im Thierreiche finden wir eine solche Gleichförmigkeit des Gewebes nur in den niedrigsten Formen, und in diesen ist dann, eben der Selbstständigkeit der einzelnen Zellen wegen, eine Theilbarkeit des Thieres möglich, wonach die einzelnen Stücke ein selbstständiges Leben fortführen können. Allein bald treten im Thierreiche durch Metamorphose der Zellen die verschiedensten Gewebe auf (und damit geht die bemerkte Selbstständigkeit einzelner Theile verloren), Gewebe, von welchen bei den Pflanzen keine Spur zu finden ist; wir können hier auf die verschiedenen Formen der thierischen Fasern, auf das Gefäss- und Nervengewebe hindeuten. Die Pflanze bleibt also bei der Zellenbildung und deren allernächsten Modificationen stehen, das Thier dagegen bildet die Zelle durch Metamorphosen in die verschiedenartigsten Gewebe um.

C. Die Mischung giebt zwar keinen wesentlichen Unterschied zwischen Pflanzen und Thieren zu erkennen, wir finden dieselben Elemente in beiden Reichen, doch kann man sagen: die Pflanze verarbeitet gewisse, ihr von der unorganischen Natur gebotene Stoffe, zunächst Ammoniak, Kohlensäure und Wasser, mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre zu vegetabilischer Faser, Gummi, Amylum, Proteinkörper, Fett; das Thier dagegen kann nicht aus unorganischen Stoffen, sondern nur aus den Producten des Pflanzenlebens oder von thierischen Theilen sich nähren, seine Gewebe darstellen, es bedarf also in chemischer Beziehung nur einer geringen Modification der von der Aussenwelt aufgenommenen Stoffe. Nur einen wesentlichen Unter-

schied giebt Mulder [1]) an; den nämlich, dass bei den Pflanzen die Zellensubstanz (Cellulose) C24, H42, O21 ist, während sie bei den Thieren aus C13, H20, O5, oder aus den beim Kochen leimgebenden Substanzen besteht; ein Unterschied, welcher nach unserm jetzigen Wissen bei keiner Pflanze und keinem Thiere eine Ausnahme erleidet.

D. Lebenserscheinungen. Alle Lebenserscheinungen der Pflanze beziehen sich auf Bildung, auf Stoffaufnahme und Ausgabe. Bildung des Individuum und Erhaltung der Gattung sind der Zweck der Pflanze, den sie durch einfaches Zellenleben erreicht, wobei die aufgenommenen Stoffe verschiedene Stufen chemischer Veränderung durchlaufen, aber zur Circulation eines eignen Nahrungssaftes in besondern Canälen, wie bei den Thieren, kommt es selbst bei der höchsten Pflanze nicht. Bei dem Thiere sind die Erscheinungen der Stoffaufnahme, der Bildung u. s. w. ganz andere. Von den in der Verdauungshöhle aufgenommenen Stoffen dringt das Assimilirbare bei den niedrigsten Thieren allerdings sogleich in die Körperwand, also unmittelbar in die Gewebe ein, wie bei den Poripheren, doch bei nur einigermassen höher gestellten Thieren finden sich die ersten Spuren eines geschlossenen Gefässsystems; so hat Ehrenberg bei *Hydatina senta* ein Gefässsystem beschrieben und abgebildet; bei vielen Zoophyten kennen wir durch die Untersuchungen von Cavolini, Chiaje, Nordmann, Flemming u. A. geschlossene, den Körper durchziehende Canäle, welche mit einer hellen, farblosen Flüssigkeit gefüllt sind und durch welche theils die Respiration vollbracht, theils den einzelnen Theilen des Körpers Nahrungsmaterial zugeführt wird. Schon bei den Echinodermen, Holothurien und ähnlichen Formen wird dieses Gefässsystem deutlicher, bei den Anneliden kommt eine wirkliche Circulation durch ein Centralgefäss und zwei peripherische Gefässe zu Stande. Dieses Centralgefäss, als Dorsalarterie, ist die Vorbereitung zur Bildung eines Herzens, welches dann bei den Arachniden, ausgebildeten Insecten, als wirklich

1) Mulder, Versuch einer allg. physiol. Chemie. Braunschweig 1844. p. 96.

contractiles Organ erscheint, und somit ist die Grundlage für alle vollkommneren Formen des Gefässsystems gelegt. Das was man in den Zellen einzelner Pflanzen, z. B. in *Nitella*, *Hydrocharis*, in dem Blatte der *Valisneria* als Circulation bezeichnet hat, ist gar nicht mit der Blutcirculation der Thiere zu vergleichen, da es nur eine, wahrscheinlich durch endosmotische Strömungen veranlasste Bewegung innerhalb einer Zelle (*Cyclosis*) ist. Doch der Zweck des Thieres ist ein höherer; es soll die Eindrücke der Aussenwelt wahrnehmen und auf dieselben reagiren, dazu besitzt es eigenthümliche Gewebe, nämlich die contractilen Fasern und das Nervensystem; doch schon in niedern Formen, wo diese Gewebe noch nicht deutlich ausgebildet sind, bemerken wir eine Wahrnehmung, ein dunkles Erfühlen der Aussenwelt und darauffolgende Reaction durch Bewegung, die nicht auf Contraction einzelner, deutlich geschiedener Fasern, sondern auf Turgescenz des einen oder des andern Körpertheiles beruht. In den höheren Thieren, doch schon bei den Insecten und in schwachen Spuren noch früher, treten auch noch Aesserungen einer Ueberlegung und eines in gewisser Beziehung freien Willens auf.

§. 4.

Die meisten körperlichen Unterschiede zwischen Thier und Menschen lassen sich als Folgen der grössern Entwickelung des Gehirns betrachten. Mit dieser ausserordentlichen Entwickelung des Hirns steht die Form des Kopfes in nächster Beziehung. Der menschliche Kopf nähert sich der Kugelform, die Stirn ist hoch gewölbt und frei, damit ist zugleich eine Höhe und eine Weite des Schädels verbunden, wie wir sie bei keinem Thiere finden. Das Gesicht ist unter den grossen Schädel zurückgezogen, die Augen nicht mehr zur Erde gesenkt, sondern frei nach allen Seiten beweglich. Die Nase tritt stärker hervor, dadurch, so wie durch die verkürzten Kiefer ohne Zwischenkiefer, das rundliche Kinn und die dicken Lippen bekommt das Gesicht seine menschliche Form. Mit der Form des Kopfes steht die Einlenkung desselben auf die Wirbelsäule im engsten Zusammenhange; dieselbe findet sich an der tiefsten

Stelle des Schädels, während sie bei jedem Thiere weiter nach rückwärts liegt. Von dieser Einlenkung ist aber wieder die Form des Halses und Rumpfes abhängig, ersteren finden wir zur freien Bewegung des Kopfes länger und beweglicher als bei den, dem Menschen nahestehenden Affen, und er umschliesst die nur beim Menschen entwickelungsfähigen Sprachwerkzeuge; die Brust ist nicht seitwärts zusammengedrückt, sondern breit, daher der Rücken eine nur mässig gewölbte Fläche bildet, auf der seitwärts die Schulterblätter ruhen. Die Schultern selbst sind breit, rundlich, treten breit hervor; die Arme sind der freiesten Bewegung fähig, besonders besitzen der Vorderarm und die Hand eine an das Unglaubliche grenzende Ausbildungsfähigkeit. Characteristisch sind die ganz grad zu streckenden, mit weichen Nägeln versehenen Finger und der diesen entgegenstellbare Daumen. Gehen wir auf die untere Hälfte des Rumpfes über, so finden wir besonders die breiten, fleischigen, mit runden, die Afteröffnung verbergenden Hinterbacken versehenen Hüften, an welche sich starke, kräftige, zu alleinigen Stützen des Körpers bestimmte Schenkel anschliessen, durch diese, wie durch die starken Waden wird eine deutliche Kniekehle begrenzt. Betrachten wir nun endlich den Fuss, so finden wir ihn so eigenthümlich gebaut, dass von ihm allein schon auf die ganze Stellung und Hauptform des Körpers geschlossen werden kann, denn nur bei dieser Form und Einlenkung desselben ist ein aufrechter Gang mit Sicherheit und Leichtigkeit möglich. Er giebt eine feste, hinlänglich breite und sich leicht bewegende Basis, welche sich ohne Schwierigkeit der verschiedenen Neigung des Bodens anpasst, er ist nach abwärts ausgehöhlt, um den Muskeln, Gefässen und Nerven Schutz gegen Druck zu gewähren, die Zehen sind kurz und nicht zum Greifen bestimmt, wohl aber befördern sie die Leichtigkeit des Laufens und Springens durch ihre Elasticität, welche besonders durch die stete Spannung ihrer Flexoren bedingt ist. Diese eben betrachtete Form des Körpers geht aus der Bestimmung des Menschen zum aufrechten Gange hervor, dadurch wird aber auch wieder eine eigne Form und Lage der Geschlechtstheile bedingt. Der männliche Penis ist nicht an die Bauchdecken geheftet, sondern völlig frei, wie

wir es auch schon bei den Vierhändern und Fledermäusen sehen. Die weiblichen Geschlechtstheile sind mit dicken, wulstigen Schaamlippen und Hymen versehen, und liegen selbst bei starker Neigung des Beckens mehr nach vorn, als bei irgend einem Thiere. Aus diesem Verhalten der Geschlechtstheile geht die dem Menschen eigenthümliche Lage beim Coitus hervor. Die glatte, wenig behaarte Haut des Menschen lässt sich nicht aus der Bestimmung zum aufrechten Gange erklären, wohl aber ist sie das erste Mittel, durch welches der Mensch genöthigt wird seinen Verstand zu brauchen, um sich eine künstliche Bedeckung zu verschaffen.

Anmerkung. Die Eigenthümlichkeiten der innern Organe beim Menschen können erst später im speciellen Theile angegeben werden.

In Bezug auf chemische Mischung und Form der Gewebe ist bis jetzt kein Unterschied zwischen Menschen und höhern Thieren wahrzunehmen gewesen.

Kommen wir nun zu dem letzten, allein wesentlichen und alle bis jetzt bemerkten Unterschiede zwischen Menschen und Thier bedingenden Merkmale, zu der hohen Bildungsfähigkeit seines Geistes. Sahen wir früher schon, dass das Leben der Pflanze sich nur im Bilden bethätigt, vegetatives Leben, dass im Thiere hauptsächlich unter Vermittlung des Nervensystems Wahrnehmung der Aussenwelt und Reaction auf dieselbe, animalisches Leben hinzutritt, so geht uns im Menschen eine ganz neue Sphäre in der tiefern geistigen Thätigkeit, in dem humanen Leben auf. Man kann zwar den Thieren, namentlich den dem Menschen zunächststehenden, eine gewisse geistige Thätigkeit nicht absprechen, sie fassen die Aussenwelt auf, vergleichen die Dinge ausser sich mit einander, machen selbst Schlüsse auf entfernte Vorgänge, sie äussern Willen, den sie aber dem Willen ihres Herrn unterordnen, sie zeigen gemüthliche Regungen u. s. w., aber alle diese Thätlichkeiten beziehen sich auf die äussere Erscheinung der Dinge und auf das nächste körperliche Bedürfniss. Der klügste Hund bemerkt nur was ihn umgiebt, forscht aber nie nach dem Grunde der Erscheinung, seine Willensäusserungen verlangen nur Befriedigung

seiner Bedürfnisse, und Befriedigung oder Verweigerung regt sein Gemüth auf. Die grosse Anhänglichkeit des Hundes an seinen Herrn ist Folge davon, dass er das geistige Uebergewicht des Menschen überhaupt fühlt, und dass der Herr seine Bedürfnisse befriedigt, was freilich auch wieder eine gewisse geistige Auffassung voraussetzt, denn das Schwein wird weder Anhänglichkeit noch Dank gegen seinen Herrn zeigen. Im Menschen dagegen bleibt der Verstand nicht bei der einfachen Wahrnehmung stehen, er forscht nach dem Grunde der Erscheinung, vergleicht ähnliche Erscheinungen, erforscht ebenfalls deren Ursachen und führt sie auf höhere, allgemeinere Principien zurück; den Kreis der Betrachtung stets erweiternd und gefundene Principien auf höhere und allgemeinere reducirend, gelangt er zu allgemein gültigen Naturgesetzen, deren bestimmten Grund er in dem höchsten Begriffe, in der unbedingten Idee der Gottheit findet. Dass auf diesem Wege der Verstand oft das Richtige verfehlt, dass er zwischen Irrthum und Wahrheit schwankt, liegt in der menschlichen Unvollkommenheit überhaupt. Der Wille wird theils durch Leidenschaften und Affecte, theils durch höhere, dem Verstande klar bewusste Gründe bestimmt. Gehen jene Affecte und Leidenschaften von niedern körperlichen Bedürfnissen aus, so führen sie zum Laster; die Begeisterung fürs Gute, so wie das Handeln nach höhern Gründen des Verstandes führen zur Tugend. Das Gemüth des Menschen wird nicht mehr allein durch Befriedigung oder Versagung des körperlichen Bedürfnisses zu Lust und Unlust gestimmt, sondern weit mehr durch den Besitz oder Verlust geistiger Genüsse; Stolz, Ehrgeiz, religiöser Fanatismus, Begeisterung für Freiheit, Vaterlandsliebe haben zu den verabscheuungswürdigsten, wie zu den erhabensten Thaten geführt.

Stützt sich die Thätigkeit der drei niedern Seelenvermögen immer nur auf das Dasein der Dinge ausser uns und deren Grund, so tritt dagegen noch eine innere höchste Richtung geistiger Thätigkeit ins Bewusstsein, nämlich das Verhältniss des Menschen zur Gottheit, seine höchste Bestimmung, die jeder Mensch im innern Busen fühlt, die aber wenige klar vernehmen; man nennt diese Richtung unserer geistigen Thätigkeit die Ver-

nunft, und die Möglichkeit einer freien Entfaltung derselben Vernunftfähigkeit.

§. 5.

Haben wir so die Ueberzeugung gewonnen, dass die Natur bei ihrem Schaffen keine weiten Sprünge, weder vom Krystalle zur Pflanze, noch von der Pflanze zum Thiere, noch von diesem zum Menschen gemacht hat, so durften wir doch auch nicht die Grenzlinien übersehen, welche sie um jedes ihrer grossen Reiche gezogen hat, und je weiter der Mensch in seinen Forschungen schreitet, desto genauer wird er zwar die vermittelnden Zwischenglieder, desto schärfer aber auch die Grenzlinien erkennen. Hier war es jedoch nur unser Zweck, uns über den Standpunkt klar zu machen, den das nächste Object unserer ganzen Betrachtung, der Mensch, in der Reihe der Wesen einnimmt. Wir fanden ihn auf der Höhe der Schöpfung stehen; körperlich dem Thiere und der Pflanze verwandt, entfaltet er geistig eine Reihe von Thätigkeiten, die ihn in dieser Welt fast als Fremdling erscheinen lassen.

Zweites Capitel.

Chemismus der organischen Natur.

§. 6.

Um die chemischen Vorgänge bei dem Stoffwechsel des thierischen und menschlichen Organismus nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft verstehen zu können, ist es nothwendig, erst einen Blick auf die chemischen Vorgänge in der Pflanzenwelt zu werfen, denn nur die Pflanzen sind es, welche aus rein unorganischen Körpern die organischen Stoffe bereiten und als Nahrungsmittel dem Thierreiche darbieten. Unwiderleglich spricht sich hier ein organischer Zusammenhang nicht allein zwischen Pflanzen und Thieren, sondern auch zwischen sogenannter unbelebter und belebter Natur aus. Eins greift nothwendig in das Andere ein. — Ein Wechsel der Stoffe geht durch die ganze

Natur; es giebt nur ein Leben, das der ganzen Natur. Denken wir uns so die gesammte organische Natur als ein Ganzes, so möchte man die Pflanzenwelt den Magen der Thierwelt nennen, durch welchen die Stoffe aus der unorganischen Natur hindurch in die mannigfach verzweigten Adern der Thierwelt überströmen, denn so wie der Magen eines Thieres die Nahrung aufnimmt und sie geschickt macht in die Säfte des Thieres überzugehen, so bereitet die Pflanzenwelt die Materie für die Thierwelt vor. Der ganze Stoffwandel besteht aber darin, dass in den Pflanzen durch immer erneuerte Anregung der chemischen Verwandtschaften, besonders aus Ammoniak, Kohlensäure und Wasser, Stoffe gebildet werden, die wenig oder keinen Sauerstoff enthalten; von diesen können nun mehrere, besonders die Proteinkörper und das Oel, mit sehr geringen Modificationen in die thierische Substanz übergehen, dort werden diese Stoffe, nachdem sie irgend einer Function gedient haben, durch Sauerstoff wieder zersetzt und gehen als Kohlensäure, Wasser, Harnstoff u. s. w. wieder in die unorganische Welt über. Nur durch einen solchen Kreislauf der Materie erhält sich die organische Natur.

§. 7.

Chemismus der Pflanzen. Hier werden wir uns bemühen müssen nachzuweisen, welche Stoffe in die Pflanzenwelt übergehen, in welcher Art sie dort verändert werden, wie sie sich zusammensetzen und scheiden und bis zu welchen Producten sie umgewandelt werden. So oft wir hier auch auf Lücken stossen (besonders ist die Umarbeitung des Stickstoffes in Proteinkörper noch nicht recht deutlich), so sind wir aber doch in den Stand gesetzt einzusehen, dass die Pflanze keine elementaren Stoffe schafft, dass sie Alles, was sie besitzt, von der Aussenwelt aufgenommen und nur durch neue Combinationen verändert hat.

Da die Thiere, abgesehen vom Sauerstoffe, weder reine Elemente in sich aufnehmen, noch sich von unorganischen Stoffen nähren können, so müssen wir schon in den Pflanzen alle einfachen, in die Mischung des Thieres übergehenden Stoffe vorfinden; diese sind nun hauptsächlich und nothwendig Kohlenstoff,

Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, die alkalischen und erdigen Metalle, als Kalium, Natrium, Kalcium, Talcium, diese finden sich fast überall in geringerer Menge; in einzelnen Familien der Pflanzen treffen wir auf Jod, Brom, Silicium, Aluminium; das Eisen und das Mangan ist in geringer Menge überall verbreitet; mehr zufällig scheint Kupfer und Arsen in die organische Mischung überzugehen. Allen diesen Stoffen gegenüber steht der Sauerstoff, welcher stets darnach strebt, sich mit jenen Stoffen zu verbinden; das Streben der Pflanze geht aber darauf hinaus, durch immer erneuerte Anregung chemischer Verwandtschaften Stoffe darzustellen, welche wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten.

Die vorzüglichsten Nahrungsmittel der Pflanzen sind Kohlensäure und Ammoniak, doch können sie nicht gedeihen und Früchte tragen, wenn ihnen der Zugang gewisser unorganischer Salze abgeschnitten ist. Aber alle diese aufzunehmenden Dinge sind schon zusammengesetzt, nur ausnahmsweise und mehr zufällig nehmen die Pflanzen einige elementare Stoffe auf, und somit kann man sagen: so wie die Pflanzenwelt die Nahrung für die Thierwelt bereitet, so bereitet die unorganische chemische Verwandtschaft Zusammensetzungen vor, welche erst geeignet sind, den Pflanzen zur Nahrung zu dienen. So wie das Thier nur von schon organisirten Stoffen lebt, so kann sich die Pflanze nur von einigen schon zusammengesetzten Stoffen ernähren. Das kann aber auch gar nicht anders sein, die Verwandtschaften der Elemente sind überall und stets thätig, es werden der Pflanze nur zusammengesetzte Stoffe geboten, und die etwa vorkommenden elementaren Stoffe, wie Schwefel, Kohle und die Metalle, sind nicht im Wasser auflöslich, können also gar nicht von der Pflanze aufgenommen werden. Dieses Gesetz zeigt uns die ganze Erde als einen grossen Organismus, in welchem zweckmässig Eins in das Andere eingreift, und in dem ersten Vorgange schon die Vorbereitung für den zweiten, und in diesem für den dritten liegt.

Die Aufnahme der Kohlensäure in den Pflanzenkörper geschieht nur durch die grünen Pflanzentheile und zwar am

lebhaftesten im hellen Sonnenlichte, doch hat Lehmann[1]) die reichliche Aufnahme der Kohlensäure auch bei bedecktem Himmel beobachtet. Zugleich wird durch dieselben Theile Sauerstoff ausgeschieden. Dass von den Pflanzen dieser Kohlensäurebedarf vorzugsweise aus der Luft entnommen werde, lehrte Liebig[2]), indem er zeigte, dass ein bestimmtes Verhältniss zwischen dem Sauerstoffe und der Kohlensäure der Atmosphäre bestehe, dass ebenso viele Volumina Kohlensäure durch die Thiere gebildet, als Volumina Sauerstoff durch das Athmen derselben, durch Verbrennen u. s. w. consumirt werden, die Pflanzen dagegen die Kohlensäure aufnehmen, den Kohlenstoff sich zueignen und den Sauerstoff wieder abgeben. Werden Pflanzen, besonders grüne Pflanzentheile in kohlensäurehaltigem Wasser und unter einer Glasglocke aufbewahrt, so findet man nach einiger Zeit die Kohlensäure des Wassers verschwunden, das Gewicht der Pflanzen vermehrt und unter der Glasglocke eine verhältnissmässige Menge Sauerstoff. Ferner erzeugen unsere Wälder alle Jahre weit mehr Holz mit dem darin enthaltenen Kohlenstoffe, als durch den Dünger Kohlenstoff zugeführt wird, er muss also aus der Luft genommen sein, und endlich haben die vorweltlichen Palmen und Farrenkräuter, so wie unsere jetzigen tropischen Bäume so kleine Wurzeln und so grosse Blätter, dass sie ihre Nahrung nothwendig durch letztere aus der Luft müssen genommen haben und noch nehmen. Dieses Vermögen, Kohlensäure aufzunehmen und Sauerstoff dafür abzugeben, besitzen selbst die von der Pflanze getrennten Blätter. Abgesehen davon, dass Kohlensäure und Sauerstoff in der Atmosphäre sich immer gegenseitig wieder ersetzen, so soll nach einer Berechnung Liebig's der Kohlensäuregehalt der ganzen Atmosphäre sich auf 3000 Billionen Pfund betragen, sicherlich ein Vorrath, welcher einige Zeit noch aushalten wird. Ob aber von jeher dieselbe Menge Kohlensäure in der Atmosphäre gewesen ist, ist zwar nicht sicher zu beantworten, indessen giebt es einige Momente, welche darauf hinzudeuten scheinen, dass früher eine noch grössere Menge Kohlensäure in der Atmosphäre ge-

1) Lehmann, physiologische Chemie. I. 60. — 2) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. 5. Aufl. 17 seqq.

wesen sein müsse, denn wie hätten jene Riesenpalmen, welche die Erde einst bedeckten, ihre Entwickelung erlangen können? Ferner scheint in jener frühern Periode unsers Erdkörpers durch ungeheure Sümpfe und die in ihnen faulenden vegetabilischen und animalischen Körper mit der Kohlensäure auch eine grössere Menge Wasserdunst in die Atmosphäre übergegangen zu sein, wodurch wieder jenen Pflanzen eine feuchte Luft bereitet ward, welche ihr Wachsthum begünstigte. Eine allgemeine Erfahrung ist, dass mit der Cultur einer Gegend die Salubrität derselben steigt, weil durch Lichten der dichten Wälder jene sumpfigen Quellen der Kohlensäure u. s. w. beschränkt werden. Kehren wir wieder zu unserm eigentlichen Gegenstand zurück. — Es leuchtet ein, dass bei der leichten Auflöslichkeit der Kohlensäure im Wasser jedes Regenwasser, jedes durch die obere Humusschicht dringende Wasser den Pflanzenwurzeln Kohlensäure zuführen muss, welche von diesen gewiss aufgenommen wird. Die Kohlensäure der Luft wird also von den grünen Pflanzentheilen absorbirt, aber nicht etwa durch eine nicht weiter begreifliche Anziehung, sondern wir müssen den Grund davon in dem Gehalt der Blätter an Alkalien und in der ganz natürlich und nothwendig eintretenden endosmotischen Strömung zwischen dem Inhalte der Pflanzenzellen und der atmosphärischen Luft suchen. Die Verwandtschaft der Alkalien des Blattes zu der Kohlensäure der Luft bleibt unter allen Umständen wirksam, wird aber noch durch die Wärme des Tages unterstützt, es müssen also aus der Kohlensäure der Luft und den Alkalien der Blätter kohlensaure Alkalien dargestellt werden. Wie geht aber die Umwandlung weiter? Wie in der ganzen Natur, so rufen sich auch hier die Gegensätze hervor; wie überall, so ruft auch hier der grosse Gehalt der Blätter an Alkalien die Säurebildung hervor, und zwar eine stärkere Säure als die schon vorhandene ist. Die Basicität der Alkalien, die Sättigungscapacität derselben, ihre bestimmte Menge Sauerstoff ist es, welche die Bildung einer stärkern Säure veranlasst. — **Bildung von Pflanzensäuren ist also der erste Schritt ins Organische**, und sogleich sehen wir nun drei Elemente unmittelbar zusammentreten. Einige Beispiele werden diesen Uebergang der Kohlensäure anschaulicher machen.

Kohlensäure =	$C_4 — O_8$	Aepfelsäure =	$C_4\,H_2\,O_4$
Wasser =	$— H_2\,O_2$	der abgegebene	O_6
	$C_4\,H_2\,O_{10}$		$C_4\,H_2\,O_{10}$

oder

Kohlensäure =	$C_{12} — O_{24}$	Pectinsäure =	$C_{12}\,H_8\,O_{10}$
Wasser =	$— H_8\,O_8$	der abgegebene	O_{22}
	$C_{12}\,H_8\,O_{32}$		$C_{12}\,H_8\,O_{32}$

oder

Kohlensäure	$C_4 — O_8$	Weinsäure =	$C_4\,H_4\,O_5$
Wasser	$— H_4\,O_4$	d. abgegebene	O_7
	$C_4\,H_4\,O_{12}$		$C_4\,H_4\,O_{12}$.

Aus diesen wenigen Beispielen wird ersichtlich, dass die Bildung der Pflanzensäuren durch Zersetzung von Wasser und Ausscheidung von Sauerstoff geschieht.

Diese so gewonnenen Pflanzensäuren sind wegen des reichlich vorhandenen Materials, da auch von der Wurzel aus Kohlensäure zugeführt wird, stets im Ueberschusse vorhanden, bilden also mit den vorgefundenen Alkalien saure Salze; da nun diese das überflüssige Aequivalent Säure leicht abgeben und zwar um so leichter als neue Kohlensäure nachdrängt, so kann dieses abgegebene Aequivalent Pflanzensäure zu anderweitigen Bildungen verwendet werden, während aus der zuströmenden Kohlensäure immer neue Pflanzensäuren in der angegebenen Art dargestellt werden. Die Wurzeln der Pflanzen können bei diesem Acte nicht ganz unthätig sein. Es wird der Pflanzenwurzel durch den eindringenden Regen, welcher Kohlensäure aus der Luft und dem Humus aufnimmt, stets kohlensaures Wasser zugeführt. Es ist eine bekannte Erfahrung, dass in kohlensaurem Wasser die Pflanzen rascher und üppiger gedeihen, als in reinem, man kann also voraussetzen, dass die Wurzel auch das ihr von dem Regen zugeführte kohlensaure Wasser aufnehmen werde; dazu kommt noch, dass die Pflanzen keimen, ehe sie Blätter haben, dass viele Pflanzen blühen, ehe die Blätter ordentlich entwickelt sind, dass in nördlichen Gegenden die Pflanzen, Bäume u. s. w. im Herbste die Blätter abwerfen, im Winter und im nächsten Frühjahr die erste Stoffaufnahme folglich nicht von den Blättern ausge-

hen kann. Man kann also glauben, dass die von den Wurzeln aufgenommene Kohlensäure eine ähnliche Umwandlung wie die von den Blättern aufgenommene erfahre, denn wir finden auch in den Wurzeln Pflanzensäuren, Zucker, Amylum u. s. w. Dabei muss aber immer anerkannt werden, dass, nachdem die Bildung der Blätter und mit denselben ihre Thätigkeit begonnen hat, auch die Entwickelung der Pflanze rascher vor sich geht. Man kann daher sagen: die Wurzeln leiten den Vegetationsprocess ein und die Blätter führen ihn in grösserer Ausdehnung fort. Wenn daher Pflanzen das ganze Jahr hindurch grün bleiben, so brauchen sie weniger grosse Wurzeln, wie die riesigen Palmen der Tropen und unsere Coniferen, während alles Laubholz tiefer und weiter gehende Wurzeln hat.

Gehen wir nun einen Schritt weiter und sehen, wie das von den sauern, pflanzensauern Salzen abgegebene Aequivalent Säure sich weiter verhält, wie aus ihm, nur durch besonders angeregte chemische Verwandtschaften, indifferente Stoffe gebildet werden können. Alle diese indifferenten Stoffe sind entweder sehr arm an Sauerstoff oder ganz frei davon, ihre Bildung aus den Pflanzensäuren muss daher mit Ausscheidung von Sauerstoff verbunden sein, und Lehmann[1]) zeigte, dass die nächtliche Ausscheidung von Sauerstoff durch die Blätter und von Kohlensäure durch die andern Pflanzentheile damit im innigsten Zusammenhange stehe. Liebig[2]) glaubt zwar, dass die des Nachts an den Pflanzen bemerkbare Ausscheidung von Kohlensäure ein nach rein physicalischen Gesetzen erfolgendes Abdunsten der durch die Wurzel mit dem Wasser aufgenommenen Kohlensäure sei, weil die desoxydirende Wirkung der Sonnenstrahlen fehle; indessen es scheint nicht denkbar, dass die von der Wurzel aufgenommene Kohlensäure keinen andern Zweck habe, als in der nächsten Nacht nutzlos wieder zu verdunsten, ferner scheint es rein unmöglich zu sein, dass die in die Pflanze einmal aufgenommene Kohlensäure von den in derselben stets vor sich gehenden Processen ganz unberührt bleiben könne, dass sie aus der Wurzel von Zelle zu Zelle

1) Lehmann, physiologische Chemie. I. 71. — 2) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. 5. Aufl. 32 seq.

wandernd von der in diesen Zellen stets vorhandenen Bewegung chemischer Molecülen nicht auch ergriffen werden sollte. Doch die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des abgegebenen Sauerstoffes ist so gross, dass man glauben muss, erstere sei auch zum Theil Product des Stoffumsatzes, denn die aus den Pflanzensäuren zu bildenden Stoffe sind arm an Sauerstoff oder ganz frei davon, es muss also ein Desoxydations-Process in den Pflanzen stattfinden, somit kann die Bildung der Kohlensäure dazu dienen, dass sich die Pflanze des überflüssigen Sauerstoffes entledige. So wird Weinsäure unter Aufnahme von Sauerstoff und unter Abgabe von Kohlensäure in Zucker verwandelt:

6 Weinsäure	= $C_{24}\ H_{12}\ O_{30}$		Aepfelsäure	= $C_{16}\ H_8\ O_{16}$
dazu	— — O_6		davon ab	C_4 — O_8
	$C_{24}\ H_{12}\ O_{36}$		Holzfaser	$C_{12}\ H_8\ O_8$
12 Kohlensäure	= C_{12} — O_{24}			
Zucker	= $C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$.			

Auf diesem und ähnlichem Wege, glaubt Lehmann, möge die Bildung sauerstoffarmer oder sauerstofffreier Pflanzenstoffe vor sich gehen, zugleich aber auch die grosse Menge des von den Pflanzen theils frei theils mit Kohlenstoff verbundenen Sauerstoffes entwickelt werden.

Obgleich dieser angegebene Weg der Pflanzenstoffbildung keinesweges als erwiesen oder als der einzige angesehen werden kann, der zum Ziele führt, so zeigt er uns doch, dass Anregung chemischer Verwandtschaften dabei die Hauptsache ist. Interessant ist es, die nahe Verwandtschaft der Pflanzenproducte in einer Tabelle, welche Liebig[1]) gegeben hat, zu übersehen (1 Aequ. Kohlenstoff mit C und 1 Aequ. Wasser mit aq. bezeichnet):

Amylum	= 12 C + 10 aq.
Rohrzucker	= 12 C + 10 aq. + aq.
Gummi	= 12 C + 10 aq. aq.
Milchzucker	= 12 C + 10 aq. + 2 aq.
Traubenzucker	= 12 C + 10 aq. + 4 aq.

1) Liebig, die Thier-Chemie. Braunschweig 1843. 67.

In diesen Stoffen hat ein Theil der pflanzlichen Thätigkeit sein Ziel erreicht, die Elemente sind in ein gewisses Gleichgewicht gekommen, daher diese Stoffe auch theils die feste bleibende Holzmasse, die Holzfaser darstellen, welche keiner weitern Metamorphose fähig ist, theils in den Pflanzenzellen aufbewahrt liegen, wie das Amylum, oder in den Pflanzensäften aufgelöset sind, wie der Zucker.

In den höhern Pflanzenordnungen jedoch, besonders zur Zeit der Blüthe, erleiden die Pflanzenstoffe, wahrscheinlich unter dem Einflusse des Stickstoffes oder stickstoffhaltiger Materien noch eine anderweitige Veränderung durch Verminderung oder völlige Entziehung des Sauerstoffes und dann stellen sie fette und ätherische Oele, Wachs, Harze und Balsame dar, die jedoch für uns von geringerer Wichtigkeit sind, da sie nicht zur Nahrung für den Thierorganismus dienen und auch für die Pflanzen keine anderweitige Bestimmung zu haben scheinen, sondern vielmehr entweder auf der Oberfläche der Blätter oder Früchte ausgebreitet sind, wie das Wachs, oder von selbst aus den Bäumen quellen, wie Harze und Balsame, oder in Pflanzentheilen vorkommen, welche ihrem Zwecke gemäss bald vergehen, wie das ätherische und das fette Oel in Blüthen und Früchten.

In allen bisher betrachteten Vorgängen müssen wir das Streben der Pflanze erkennen, durch immer neu angeregte chemische Verwandtschaften Stoffe zu bilden, welche wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten. Dieses Ziel sehen wir in ätherischen Oelen völlig erreicht, in denen merkwürdiger Weise Kohlenstoff und Wasserstoff stets in einem bestimmten Verhältnisse, ausdrückbar durch $C10\ H16$, enthalten sind[1]. Das Verhältniss der ätherischen Oele zu den Harzen wird die oben ausgesprochene Ansicht, dass die Harze der Pflanzen vergleichbar seien den Ausscheidungsstoffen der Thiere, noch deutlicher machen. Die Ausscheidungsstoffe der Thiere werden, wie wir später sehen werden, dadurch gebildet, dass der eingeathmete Sauerstoff die nicht mehr lebensfähige organische Masse zersetzt, die ätherischen Oele aber

1) Liebig, in Geiger's Handbuch der Pharmacie. I. 1034.

werden durch Aufnahme von Sauerstoff und unter Bildung von Wasser in Harze verwandelt [1]).

Die für uns hier wichtigsten Stoffe aus dem Pflanzenreiche sind die stickstoffhaltigen Proteinkörper, Pflanzen-Albumin, Fibrin und Casein, welche die wesentlichen Nahrungsmittel der Thiere und Menschen sind. Wo die Pflanzen den zur Bildung dieser Stoffe nöthigen Stickstoff hernehmen, kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein. Der Boden enthält durch den sich zersetzenden Dünger, durch die Fäulniss der in Feldern und Wäldern sterbenden Thiere und, wie Mulder[2]) gezeigt hat, durch Condensation des atmosphärischen Stickstoffes in der Ackererde stets kohlensaures Ammoniak; auch führen, wie Liebig dargethan hat, Regen und Schnee dem Boden dasselbe ebenfalls zu. Die Cellulose und das Protein sind nun die Bestandtheile ganz einfacher Pflanzen, z. B. der Essigmutter = $C136\ H230\ N10\ O96$ =

1 Aeq. Protein = $C40\ \ H62\ \ N10\ O12$ +
4 Aeq. Cellulose = $C96\ \ H168\ \ —\ \ O84$.

Mulder[3]) hat ferner gezeigt, dass alle porösen Körper, Kohle, Ackererde u. s. w., bei einer gewissen Temperatur und unter Zutritt von Feuchtigkeit und Luft aus letzterer Stickstoff condensiren und Ammoniak bilden. So wichtig diese Ammoniakbildung schon dadurch ist, dass manche sonst den Pflanzen unzugänglichen Stoffe des Bodens aufgelöst werden, so wird sie es für uns hier noch besonders dadurch, dass auf diesem Wege die Bildung der Cellulose und des Proteins eingeleitet wird. Mulder erhielt bei seinen Versuchen, in denen er Holzkohle mit Wasser und Luft in eine Flasche einschloss, nach fast drei Monaten deutliche Spuren von Ammoniak. Der Milchzucker, Rohrzucker ebenso behandelt zeigten Schimmelpflanzen, die bei der Destillation deutliche Spuren von Ammoniak gaben, also musste aus der Luft Stickstoff aufgenommen worden sein. Da nun die Umstände, in denen die Ackererde sich befindet, dieselben sind, denen bei Mulder's Versuchen die Kohle u. s. w. ausgesetzt war, so fin-

1) Liebig, in Geiger's Hdbch. der Pharmacie. I. 1069. — 2) Mulder, Wöhler's und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie XLVI. 207. — 3) Mulder, Versuch einer physiol. Chemie. Braunschweig 1844. 157.

det auch in derselben eine stete Ammoniakbildung statt. Ferner glaubt Mulder aus seinen Versuchen schliessen zu können, dass der Stickstoff der atmosphärischen Luft, welche in der Ackererde enthalten ist, ohne besondere Zwischenverbindung mittelst irgend eines andern Körpers sich ebenso mit Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zur Pflanzenzelle vereinigen könne, wie in den künstlichen Versuchen.

Die Entstehung der Cellulose aus Milchzucker erklärt Mulder auf folgende Art:

Milchzucker	C 24	H 48	O 24
davon ab		H 6	O 21
Cellulose =	C 24	H 42	O 3.

Die Bildung des Proteins ist noch nicht recht deutlich zu erklären. Vielleicht geht sie auf folgende Art vor sich:

$\frac{10}{6}$ Aeq. Milchzucker =	C 40	H 80	N —	O 40
5 Aeq. Stickstoff =	—	—	N 10	—
	C 40	H 80	N 10	O 40
Protein =	C 40	H 62	N 10	O 12
	—	H 18	—	O 28
9 Aeq. Wasser =		H 18	—	O 9
				O 19.

Dieser frei gewordene Sauerstoff wirkt oxydirend auf den Milchzucker, daher die Auflösung des Milchzuckers, in der die Pflanzen sich gebildet haben, sauer reagirt und Essigsäure enthält. Da aber diese Säure eine dem Milchzucker ganz entsprechende Zahl von Atomen besitzt (wasserhaltige Essigsäure ist gleich Milchzucker), so erklärt sich immer noch nicht, wozu der Sauerstoff verwendet worden.

Obgleich also die Bildung des Proteins noch nicht deutlich ist, so ist dieselbe aber doch zu wichtig, als dass wir den ersten wissenschaftlichen Versuch, seine Entstehung zu erklären, hätten übergehen können.

Ausser diesen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Materien enthalten die Pflanzen aber auch noch eine gewisse Menge metallischer unorganischer Stoffe, die ebenfalls zur völligen

Entwickelung derselben unumgänglich nöthig sind. Die sorgfältigsten Untersuchungen haben wir in einer gekrönten Preisschrift von Wiegmann und Polstorff[1]). Diese Forscher zogen *Vicia sativa*, *Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Polygonum fagopyrum*, *Nicotiana tabacum*, *Trifolium pratense* in zwei verschiedenen Bodenarten. Der eine dieser Boden bestand aus geglühetem mit Säure und Wasser gereinigten Quarzsand, der andere bestand aus eben solchem Sande 862,26

aus eben solchem Sande	862,26
Schwefelsaurem Kali	0,34
Chlornatrium	0,13
Schwefelsaurem Kalk	1,25
Geschlemmter Kreide	10,00
Kohlensaurer Talkerde	5,00
Manganoxyd	2,50
Eisenoxyd	10,00
Thonerde	15,00
Phosphorsaurer Kalkerde	15,60
Huminsaurem Kali	3,41
„ „ Natron	2,22
„ „ Ammoniak	10,29
„ „ Kalkerde	3,07
„ „ Talkerde	1,97
„ „ Thonerde	4,64
„ „ Eisenoxyd	3,32
Humin in Wasser unlöslich	50,00
	1000,00

Uebrigens wurden die, in beiderlei Boden gezogenen Pflanzen mit destillirtem Wasser begossen und gegen fremde Einflüsse geschützt. Die in den geglüheten Sand gesäeten Saamen keimten, trieben, einige blüheten auch, gingen aber alle darauf zu Grunde; die in dem Gemenge gezogenen Pflanzen dagegen ge-

1) Wiegmann und Polstorff, über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen, oder Beantwortung der Frage: Sind die anorganischen Elemente, welche sich in der Asche der Pflanzen finden, so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus, dass dieser sie zu seiner Ausbildung bedarf, und werden sie den Gewächsen von aussen geboten? Braunschweig 1842.

diehen und trugen keimfähige Früchte. Beiderlei Pflanzen wurden nach Beendigung ihrer Vegetation getrocknet, verbrannt und die Asche untersucht. Bei der Analyse fand sich, dass die in dem geglüheten Sande gezogenen Pflanzen doppelt so viel Asche gaben, als ihre Saamen, die in dem Gemenge gezogenen gaben 4—5 mal so viel. Um nun zu untersuchen, woher die erstern Pflanzen die Bestandtheile ihrer Asche hergenommen haben möchten, wurde der Sand analysirt, eine bestimmte Quantität desselben mit Wasser übergossen und in letzteres einen Monat lang ununterbrochen Kohlensäure geleitet und das Wasser dann analysirt, wobei es sich ergab, dass Kieselsäure, Kali, Kalkerde und Talkerde ausgezogen worden waren. Da wir nun aber gesehen haben, dass die nicht grünen Pflanzentheile stets Kohlensäure aushauchen, so kann man sich erklären, wie es möglich war, dass die Pflanzen etwas von jenem Sande aufnehmen konnten. Um aber noch deutlicher darzuthun, dass die Pflanzen nicht etwa das Vermögen besitzen, Stoffe der bemerkten Art aus sich selbst hervorzubringen, wurde feiner Platindraht recht fein zerschnitten, so dass ein Platinsand entstand, in welchen bei angemessener Feuchtigkeit und Wärme Kressensaamen gelegt wurden, welche auch keimten, bis auf einen gewissen Punkt wuchsen, dann abstarben. Die Asche dieser Pflanzen betrug gerade ebensoviel als die der dazu verwendeten Saamen. Aus diesen Versuchen kann man sicher den Schluss ziehen, dass die Pflanzen keine Stoffe in sich selbst hervorbringen, sondern Alles, was sie besitzen, von der Aussenwelt aufnehmen, ferner, dass zum völligen Gedeihen der Pflanzen eine gewisse Quantität dieser unorganischen Stoffe, die sich aber wahrscheinlich gegenseitig vertreten können, nothwendig ist.

A. Vogel[1]) glaubte eine Vermehrung des Schwefels in dem in gepulvertem Glase keimenden Kressensaamen beobachtet zu haben. Die Beobachtung kann auch richtig sein, allein Vogel scheint nur die Quelle dieses Schwefels verfehlt zu haben, welche Th. Hurant[2]) in der Atmosphäre fand, indem er

1) A. Vogel, Abhandlungen der math. physical. Klasse der Königl. Baierschen Akademie der Wissenschaften. II. 1. Abthlg. 476 u. im Journal für pract. Chemie v. Erdmann. XXV. 221.—2) Hurant, im Journal für pract. Chemie. XXIX. 488.

nachwies, dass diese stets eine Quantität Schwefelwasserstoff enthalte, welche sich, wie der von Boussingault gefundene Antheil einfachen Kohlenwasserstoffs, aus den überall faulenden thierischen und vegetabilischen Körpern entwickelt.

Tiefer auf die Ernährungsverhältnisse der Pflanzen oder auf verschiedene andere Ansichten über Pflanzenernährung einzugehen, erlaubt der Plan unsers Werkes nicht. Wir glauben schon aus dem Gesagten folgende Sätze ableiten zu können:

1) Kein Element, mit Ausnahme des Sauerstoffes, geht unmittelbar in die organische Mischung der Pflanzen über, sondern es werden erst durch die einfachen chemischen Verwandtschaften zusammengesetzte Stoffe gebildet, welche von den Pflanzen aufgenommen werden können.

2) Die vorzüglichsten und nothwendigsten Nahrungsmittel für die Pflanzen sind Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, kohlensaure Salze der Alkalien und Erden. Ausserdem kommen noch mehrere andere Salze mit Alkalien und Metallen, so wie Chlor- und Jod-Verbindungen vor, die aber weniger nothwendig, mehr zufällig vorhanden sind.

3) Aus diesen Stoffen bilden die Pflanzen durch stufenweise Anregung chemischer Verwandtschaften die organischen Pflanzenmaterien.

4) Bei der Bildung der organischen Pflanzenstoffe lässt sich das Streben nicht verkennen, allmählig so viel Sauerstoff als möglich auszuscheiden oder in zusammengesetzten Radicalen zu binden.

5) Die so gewonnenen zur Ernährung der Thierwelt geeigneten Stoffe sind a) stickstofffreie: Zucker, Gummi, Amylum, Oel, besonders aber b) stickstoffhaltige Proteinkörper: Albumin, Fibrin, Casein.

6) In einigen indifferenten Stoffen, als Wachs und ätherischen Oelen, scheint die Pflanzenvegetation für sich betrachtet ihr letztes Product zu geben, denn das Cerain des Wachses (H 20 C 20 O) verwandelt sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Cerainsäure (H 20 C 20 O 3). Die ätherischen Oele verwandeln sich durch Aufnahme von Sauerstoff in harzähnliche Massen, während die eigentlichen Harze Harzsäuren darstellen.

§. 8.

Chemismus des Thierkörpers. Mussten wir in den Pflanzen das Streben anerkennen, Stoffe zu bilden, welche wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten, so werden wir in dem Thierkörper so wie in dem Menschenkörper eine entgegengesetzte Richtung zu chemischen Thätigkeiten kennen lernen. Das Thier nimmt durch das Athmen ununterbrochen Sauerstoff in sich auf, der sich mit den vorhandenen Stoffen verbindet; wir werden also hier zu untersuchen haben, welche Hauptwirkung er hervorbringt. Um aber nur irgend eine einigermassen naturgemässe Einsicht in das organisch-chemische Getriebe zu erhalten und die später zu betrachtenden Vorgänge im rechten Lichte aufzufassen, dürfen wir nie vergessen, dass überall und stets die chemische Molecüle in Bewegung ist, ein Atom das andere drängt, alles mit unaufhaltbarer Gewalt nach seinem Ziele strebt. Die aufgenommenen Stoffe können nicht einen Moment bleiben wie sie sind, von dem ersten Augenblicke ihrer Aufnahme wirken andere Stoffe auf sie ein zu dem Zwecke, die neuen Stoffe den ältern immer ähnlicher und zur Ausübung einer Function geschickt zu machen. So sehen wir die aufgenommenen Speisen im Magen und Darmkanale sich auflösen, das Brauchbare aus ihnen gleichsam extrahirt werden; ist dieses geschehen, so wird es mit besondern Veränderungen, gleichsam von zufällig anhängenden Verunreinigungen befreit, durch die Darmzotten den Anfängen der Chylusgefässe übergeben. In diese Gefässe eingetreten ist das Aufgenommene schon wirkliches Eigenthum des Körpers geworden und erfährt nun in den Chylusgefässen und deren Drüsen den steten Einfluss der an den Wänden der Chylusgefässe sich ausbreitenden Blutgefässe, indem bei der Zartheit der trennenden Wände und der Verschiedenheit beider Flüssigkeiten, des Blutes und des Chylus, nothwendig ein Austausch der Stoffe stattfinden muss. Dadurch aber wird der Chylus immer mehr und mehr disponirt, ähnliche Bildungen, wie sie im Blute sind, in sich selbst hervorzubringen; daher sehen wir, dass der im *Ductus thoracicus* befindliche Chylus in chemischer und morphologischer Beziehung dem Blute sehr ähnlich ist. Ist nun der Chylus in das Blutsystem eingetreten, so ist er zugleich in das lebhafteste Getriebe chemischer Molecülen hineingezogen. Im Blute

findet unaufhörlich der lebhafteste Umsatz der Stoffe statt, unaufhörlich dringt neuer Chylus nach, unaufhörlich wird in den Lungen von dem Blute Sauerstoff aufgenommen und das sich neu bildende Blut mit dem früher schon vorhandenen in alle Theile des Körpers verführt. Es kann nicht fehlen, dass der in den Lungen aufgenommene Sauerstoff auf die in dem Blute enthaltenen Stoffe einwirkte, und wie es scheint, wird der Faserstoff dadurch zu festen Bildungen geneigter und geschickter gemacht. Kommt nun das Blut in dem Capillarsystem des Körpers an, so erleidet es hier eine doppelte Veränderung, einmal, indem es stets und immerdar durch die feinen Gefässwände hindurch die zur Ernährung der Gewebe geeigneten Stoffe abgiebt, dann aber auch, indem es ebenfalls durch die Gefässwände hindurch aus den Geweben der Theile die chemischen Molecülen aufnimmt, welche der lebendigen Function gedient haben, daher nicht ferner brauchbar sind. Diese Stoffe werden aber nicht als Faserstoff, Eiweisstoff u. s. w. aufgenommen, sondern der Sauerstoff, der den Faserstoff geneigt machte in feste Gebilde überzugehen, wirkt, indem er immer neu zugeführt wird, zersetzend auf die ferner nicht mehr brauchbaren Stoffe, es werden dadurch dieselben auf einfachere Verbindungen reducirt, welche als Wasser, Kohlensäure, Harnstoff u. s. w. durch die verschiedenen Ausscheidungsorgane wieder an die unorganische Natur abgegeben werden. Nur indem wir uns recht klar vorstellen, wie die Stoffe (insbesondere der Sauerstoff gegenüber den übrigen Materien) nie einander berühren können, ohne auch auf einander zu wirken, wie aber bei alledem die chemischen Stoffe sich nie sättigen, daher nie zur Ruhe kommen, wie daher unter dem später zu betrachtenden Einflusse des Nervensystemes Zerstören und Bilden mit den Aeusserungen der Lebensthätigkeit in ein Moment zusammenfallen müsse, werden wir uns ein richtiges Bild von dem unaufhörlichen Drängen und Treiben der Stoffe im Körper machen können.

Suchen wir nun einen Vergleich zwischen dem Chemismus in den Pflanzen und dem im Thiere zu machen, so finden wir, dass während bei den Pflanzen die Endproducte ihrer Thätigkeit sowie ihre Ausscheidungsstoffe Materien sind, welche wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten, bei dem Thiere die ganze bil-

dende Thätigkeit dahin gerichtet ist, Stoffe darzustellen, welche viel Sauerstoff enthalten, als: den gerinnenden Faserstoff, die Proteinoxyde, dann, indem der Process weiter geht, die durch Zersetzung oder Verbrennung gewonnenen Ausscheidungsstoffe. Der Sauerstoff ist daher nicht blos da, um die nicht mehr brauchbaren Stoffe zu verbrennen und dadurch zugleich die Temperatur des Körpers zu erhalten (eine ganz unphysiologische Ansicht), das ist das letzte Endresultat, sondern erst und vorher die Proteinkörper zu festern Bildungen geschickt zu machen und dadurch eigentlich die ganze Bildung des Körpers zu erhalten, daher müssen alle Eier schon athmen, d. h. Sauerstoff aufnehmen. Nach diesem kurzen Ueberblick des Ganges des Stoffwandels im Körper wird auch leicht einzusehen sein, dass der thierische und menschliche Körper nur organische Materien als Nahrung aufnehmen kann, denn auf dem ganzen Wege, den wir andeuteten, haben wir keinen solchen Apparat gefunden, durch welchen unorganische Stoffe, namentlich die drei wesentlichsten Grundstoffe des Körpers: Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, aufgenommen und mit einander zur thierischen Materie vereinigt werden könnten. Es wird daher unserm Körper nicht allein Alles, was er braucht, von aussen zugeführt, es wird ihm auch schon durch die Pflanzenwelt vorbereitet dargeboten. Vermag er also nicht einmal aus unorganischen Stoffen organische Materie zu bilden, so wird er noch weniger irgend einen elementaren oder zusammengesetzten Stoff aus Nichts darzustellen vermögen. In der ältern Zeit glaubte man zwar allgemein, der Organismus habe die Kraft, selbstständig aus sich selbst Elemente zu produciren. Es war vielleicht den unglaublich kleinen mikroskopischen Thierchen, von deren Hüllen ein grosser Theil unserer Kalk- und Kieselformationen gebildet wird, in einer frühern Periode unserer Erde möglich, Kalk, Kiesel u. s. w. zu produciren, obgleich es wahrscheinlicher ist, dass jene Thierchen Kalk und Kiesel aus der Auflösung in dem weiter als jetzt über die Erde verbreiteten und viel Kohlensäure haltenden Wasser aufgenommen haben. Da aber im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende der Kohlensäuregehalt des Wassers abnahm, wurden die Reste der abgestorbenen Thierchen nicht mehr aufgelöst erhalten, sondern setzten sich ab, während

die sich doch immer fort erzeugenden Infusorien im Laufe der Zeiten nach und nach den Kalk und Kiesel consumirten, um ihn in ihren todten Hüllen zur Bildung jener ungeheuern Felsen zu verwenden. Es gewährte diese Ansicht, wenn sie gegründet wäre, einen wichtigen Blick in die organische Bildungsgeschichte unserer Erde. Man könnte jene Infusorien der Wichtigkeit wegen, die sie in dieser Beziehung gehabt haben, mit den Blutkügelchen vergleichen. Doch zu unserm Gegenstand wieder zurück. Auch in der neuern Zeit glaubten einige Forscher durch Versuche zu der Ansicht berechtigt zu sein, dass auch jetzt noch die höhern Organismen gewisse unorganische Stoffe aus sich selbst hervorbringen können, so Prout, v. Baer, ferner Pfaff und Paulsen. Dieselben glaubten vorzüglich in den bebrüteten Eiern eine Zunahme der feuerbeständigen Verbindung annehmen zu müssen. Auffallend sich vermehrende Stoffe sollen Kalk, Phosphorsäure und Eisen sein. Der Kalk soll von 0,92 bis 3,74 p. c., die Phosphorsäure um $\frac{1}{5}$ und das Eisen um das Dreifache zunehmen. Sieht man schon nicht ein, warum gerade diese drei Stoffe von dem Hühnchen neu erzeugt werden sollen, wenn die Natur ihm im Dotter und Eiweiss alle übrigen Stoffe in hinlänglicher Menge zugetheilt hat, und gerade Stoffe, welche in der ganzen Natur so reichlich und so weit verbreitet sind, dass die Natur nicht nöthig hat, sie erst von dem werdenden Organismus erzeugen zu lassen, so haben Pfaff und Paulsen auch schon die Vermehrung des Kalkgehaltes durch Resorption von der Eischaale zugegeben, glauben aber für das Eisen eine selbstständige Erzeugung desselben annehmen zu müssen. Bedenken wir aber, dass Eisen überhaupt nur in sehr geringer Menge vorhanden sein kann, dieses aber bei Gegenwart von Eiweiss schwer zu erkennen ist, wie die Geschichte der Chemie des Blutes lehrt, so wird man weit eher geneigt sein, in der Unvollkommenheit unserer chemisch-analytischen Kunstgriffe den Grund zu suchen, warum sich im Ei weniger Eisen und Phosphorsäure findet, als im ausgebrüteten Hühnchen, als eine ursprüngliche Erzeugung dieser Stoffe anzunehmen, besonders da bei den Pflanzen durch die angeführten Untersuchungen von Wiegmann und Polstorff nachgewiesen ist, dass sie keine elementaren Stoffe bilden.

§. 9.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen, den menschlichen Organismus constituirenden chemischen Stoffe über und werden sie in folgender Ordnung abhandeln:

A. Unorganische, auch ausserhalb des menschlichen und thierischen Körpers vorkommende Stoffe.

a. Nichtmetalle.	*b.* Metalle.
1) Wasser.	8) Kalium.
2) Schwefel.	9) Natrium.
3) Phosphor.	10) Magnesium.
4) Chlor.	11) Eisen.
5) Kohle.	12) Mangan.
6) Silicium.	13) Arsenik.
7) Fluor.	

B. Organische, wesentliche Stoffe.

a. Proteinkörper.	*b.* Nicht Proteinkörper.
14) Albumin.	20) Fette.
15) Fibrin.	
16) Casein.	
17) Proteinoxyde.	
18) Leim.	
19) Harnstoff.	

C. Producte der Stoffmetamorphose.

21) Milchsäure.	25) Harnsäure.
22) Extractivstoffe.	26) Allantoin.
23) Galle.	27) Ammoniak.
24) Harnstoff.	

Die natürlich ebenfalls im Körper wesentlich vorkommenden und hier nicht aufgeführten Stoffe, wie Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, treten nie selbstständig auf, sondern nur in Verbindung mit den angegebenen Stoffen und verändern diese (*A.*) so, dass sie erst in die organische Masse aufgenommen werden können, oder sie sind constituirende Elemente derselben (*B.* und *C.*).

§. 10.

Gehen wir nun sogleich an die specielle Betrachtung dieser Körper.

Das Wasser, dieser über die ganze Erdoberfläche verbreitete, zum Leben unentbehrliche Körper kommt in allen Theilen des menschlichen und thierischen Körpers vor, ja das Wasser macht den grössten Theil der Körpermasse aus, das Fleisch lässt nach dem Austrocknen im Wasserbade nur 23 p. C. fester Substanz zurück.

Die Quelle des Wassers für den Körper würde gar nicht zu erwähnen sein, wenn nicht mehrfache Untersuchungen [1]) dargethan hätten, dass die Menge des durch Stuhlgang, Harn und Lungenexhalation ausgeschiedenen Wassers dem von Aussen eingenommenen schon gleich kommt, folglich die bedeutende, durch die Hautoberfläche abgehende Menge aus ihren Elementen im Körper erzeugt sein muss. Das wird uns nicht wundern, denn ebenso wie der Kohlenstoff durch den bei der Respiration aufgenommenen Sauerstoff in Kohlensäure umgewandelt wird, so muss der Wasserstoff, der sich in allen Proteinkörpern und im Fette findet, mit dem Sauerstoffe Wasser bilden.

Der Nutzen des Wassers ist so einleuchtend, dass wir ihn hier nur kurz anzudeuten brauchen. Das Wasser vermittelt alle chemischen Vorgänge im Körper, diese sind ohne Wasser nicht denkbar, es dient als Auflösungsmittel der verschiedenen sich gegenseitig trennenden und verbindenden Stoffe und wird dabei selbst bald gebildet bald zersetzt. Es nützt aber auch durch seine physicalischen Eigenschaften; denn dadurch, dass es nicht zusammendrückbar ist, hält es die einzelnen Theilchen des Körpers in einem gewissen Abstande von einander, und durch diese Eigenschaft, so wie durch die leichte Verschiebbarkeit seiner einzelnen Theile bedingt es die Biegsamkeit und Elasticität des Körpers.

Nur in der Flüssigkeit ist Leben, alles Starre ist todt.

§. 11.

Schwefel. Der Schwefel kommt als elementarer Stoff häufig im Körper vor, denn er macht einen steten Bestandtheil mancher Proteinverbindungen aus und so lange er als reiner Schwefel in einer dieser Verbindungen auftritt, ist er, wie das Eisen, durch Reagentien nicht zu finden; nur nachdem er sich mit Was-

1) Lehmann, Physiologischer Chemie. I. p. 85.

serstoff oder Sauerstoff verbunden hat, tritt die gewöhnliche Reaction ein.

Der Schwefel wird ebenso wenig als ein anderer elementarer Stoff für sich allein von dem Thierkörper aufgenommen, sondern gewöhnlich in Verbindung mit Pflanzen- oder Thier-Albumin, selten in Form von schwefelsauren Salzen mit fester oder flüssiger Nahrung; doch scheinen diese Salze, ohne in die Säftemasse aufgenommen zu werden, sogleich mit den Excrementen wieder abzugehen, da sie in denselben weit häufiger gefunden werden, als nach dem seltenen und ganz unbedeutenden Vorkommen derselben im Blute zu erwarten ist.

Welchen Nutzen der elementare Schwefel in seiner Verbindung mit den Proteinstoffen gewährt, ist völlig unbekannt, dass er aber eine nothwendige Modification desselben bedingt, ist aus dem steten und bestimmten unveränderlichen Vorkommen desselben zu schliessen. Wir müssen uns vor der Hand begnügen, das chemische Factum ohne physiologische Einsicht zu kennen.

Die schwefelsauren Salze mit Natron, Kali oder Kalk kommen, wie schon bemerkt, nur in geringer Menge im Körper vor, nämlich die grösste Menge derselben im Blute giebt Denis[1]) zu 0,08 p. C. schwefelsauren Kali und ebenso viel schwefelsauren Natron an; Marcet fand 0,035 schwefelsaures Kali, Lecanu noch weniger, Nasse[2]) giebt schwefelsaure Salze im Blute 0,19 — 0,21 an, so wie er schwefelsaures Natron und schwefelsauren Kalk auch im Lungenschleime fand[3]). Lehmann[4]) konnte nur in den Ausscheidungsstoffen, namentlich im Harne, schwefelsaure Salze auffinden. Die Quelle der im Blute gefundenen schwefelsauren Salze ist nur zum Theil und vielleicht zum kleinsten Theile in der Nahrung zu suchen, da nur wenig derselben von den aufsaugenden Gefässen aufgenommen wird[5]), der grösste Theil ist als Product der Stoffzersetzung zu

---

1) *Denis, Journ. de chimie méd. Sér. IV.* 191. — 2) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. 167. — 3) Journ. für pract. Chemie. XXIX. 59. — 4) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 149. — 5) Vergl. Valentin in R. Wagner's Handwörterb., Art. Ernährung, welcher p. 422 seq. die Quantität der wirklich aufgenommenen schwefelsauren Salze höher angiebt, als man bisher anzunehmen geneigt war.

betrachten, denn indem der bei der Respiration aufgenommene Sauerstoff stets darnach strebt, sich mit den Elementen der organischen Masse zu verbinden, dringt er in die Gewebe ein und unterstützt daselbst die eigentliche Stoffmetamorphose; indem er sich zunächst mit den nicht mehr brauchbaren Stoffen, also auch mit den Elementen des Protein verbindet, Kohlensäure und Wasser bildet, wandelt er den Schwefel in Schwefelsäure um, die sich dann sogleich mit dem ebenfalls aus dem Proteinkörper frei werdenden Alkali verbindet. Es leuchtet ein, dass der Gehalt von schwefelsauren Salzen im Blute nur sehr gering und der durch Zersetzung der organischen Masse freigewordenen Menge Schwefel proportional sein muss. Dass aber die so gebildeten oder durch die Speisen und Getränke zugeführten schwefelsauren Salze sogleich durch die Secretions- und Excretionsorgane ausgeschieden werden, zeigt die Menge dieser Salze im Harn (8,14 — 12,0 des festen Rückstandes)[1]; auch der Schweiss enthält nach Anselmino's sorgfältigen Untersuchungen schwefelsaure Salze, und in 3 Unzen Excrementen fand Berzelius 2,0 Gran schwefelsaures Natron. Diese Ansicht wird noch dadurch bestätigt, dass die von der Natur selbst bereitete Nahrung, wie Milch, keine Spur von Schwefel zeigt. Berzelius[2]), Simon[3]).

Nach dem Gesagten kann von einem physiologischen Nutzen der schwefelsauren Salze nicht die Rede sein, sie sind entweder Zersetzungsproducte oder zufällig eingeführte Stoffe, welche sobald als möglich durch die Excretionsorgane wieder ausgeschieden werden.

Anmerkung. Wie wenig schwefelsaure Salze im Körper vorkommen, scheint die Beobachtung Lehmann's [4]) darzuthun, welcher in der Galle keine schwefelsauren Salze, sondern nur eine schwefelreiche Substanz fand, die beim Einäschern jene von andern Chemikern gefundenen Sulfate erzeugt haben mag.

§. 12.

Phosphor. Der Phosphor kommt in dem Körper höherer Thiere sehr häufig vor. In dem Fette des Blutes, in den Gehirn-

1) Simon, Medicinisch-analytische Chemie. I. 359. — 2) Berzelius, Thierchemie. 695. — 3) Simon, Die Frauenmilch. 43. und med. analyt. Chemie II. 278. — 4) Lehmann, Physiologische Chemie. I. 149.

fetten, im Albumin und Fibrin ist er unverändert, dabei aber so innig mit diesen Stoffen verbunden, dass er durch die gewöhnlichen chemischen Reagentien nicht erkannt werden kann. Mit Sauerstoff verbunden, als Phosphorsäure, kommt er noch häufiger vor, und zwar meist an Kalk gebunden. In dieser Form findet er sich schon im Ei, in dem Chylus, im Eiweisse und Faserstoffe des Blutes und geht von da in fast alle Gebilde des Körpers über, bildet neben geringen Mengen anderer phosphorsaurer und kohlensaurer Salze den Hauptbestandtheil der festen Knochenmasse, findet sich im Muskelfleische, im Gehirne, im Saamen u. s. w., dann natürlich auch in allen Ausscheidungsproducten, besonders aber im Urine. Die Menge des im Körper vorhandenen Phosphors und der Phosphorsäure ist also bedeutend.

Die Quelle des reinen, nicht oxydirten Phosphors ist nicht so weit zu suchen. Wir haben schon gesehen, dass er in dem Albumin und Fibrin chemisch gebunden enthalten ist, diese beiden Stoffen aber, mögen sie aus dem Pflanzen- oder Thierreiche stammen, machen unsere gewöhnliche Nahrung aus, und da diese Stoffe bei der Verdauung und Assimilation nur in eine andere Form gebracht, keineswegs aber chemisch verändert werden, so ist mit dem Dasein derselben im Körper auch das Vorhandensein des Phosphors erklärt. Die Ansicht, dass auch aus dem, dem Körper so reichlich zugeführten phosphorsauren Kalke durch einen Zersetzungs- und Desoxydationsprocess reiner Phosphor gewonnen werde, kann zwar nicht geradezu verworfen werden, ist aber nicht wahrscheinlich, weil auf dem angedeuteten Wege zugleich mit dem Albumin und Fibrin auch die hinlängliche Menge Phosphor zugeführt wird und im thierischen Körper wohl die Oxydation, aber keineswegs die Desoxydation vorherrscht. Welche Säure sollte den Kalk von der Phosphorsäure trennen und durch welches Mittel sollte der letztern der Sauerstoff entzogen werden? Weit eher ist es glaublich, ja wahrscheinlich, dass aus dem im Albumin und Fibrin enthaltenen Phosphor bei der endlichen Zersetzung dieser Stoffe Phosphorsäure gebildet werde, die dann mit den überall vorhandenen Alkalien und Erden sich sättigen kann.

Ueber den Nutzen des reinen Phosphors in den benannten

Proteinkörpern lässt sich ebenso wenig etwas Bestimmtes sagen, als über den Nutzen des Schwefels in denselben. Phosphor und Schwefel gehören nur in diese Verbindungen, um gewisse Modificationen des Grundstoffes, des Proteins, zu bedingen.

Phosphorsaurer Kalk. Nach Mitscherlich besteht die Knochenerde nicht aus $\dot{C}a_8 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\overline{P}}_3$, sondern aus $\dot{C}a_3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\overline{P}}$, jedoch nehmen Berzelius, Simon und Lehmann die erstere Formel an und Berzelius sieht sie als aus 1 At. neutralem und 2 At. basischem Salze zusammengesetzt an.

Dass sich dieses Salz vorzugsweise in den Knochen absetzt, übrigens aber auch in allen festen und flüssigen Gebilden vorkommt, ist schon bei der Phosphorsäure erwähnt. Künstlich erhält man Knochenerde durch Niederschlag des phosphorsauren Kalkes mit überschüssigem Ammoniak.

Die Quelle des Reichthums an phosphorsaurem Kalk im menschlichen Körper findet sich ganz ungezwungen in den Speisen und Getränken. Mit den Vegetabilien geniesst der Mensch eine Menge dieses Salzes, ja mit dem gewöhnlichen Roggenbrode schon so viel, dass der Bedarf vollkommen gedeckt ist. Noch mehr wird es durch Fleischnahrung zugeführt, denn Berzelius [1]) fand im Rindfleische 0,08 phosphorsauren Kalk. Endlich enthält unser gewöhnliches Quellwasser mehr oder weniger von diesem Salze. Es kann also über den Ursprung des phosphorsauren Kalkes im Körper kein Zweifel sein.

Anmerkung. Lehmann [2]) hat durch Analyse des Leipziger Roggenbrodes und durch Analyse und Berechnung der Blutmenge im menschlichen Körper (12 Pfund) gefunden, dass ein Erwachsener täglich mit dem Brode ohngefähr 3,72 Gr. phosphorsauren Kalk geniesst, die wahrscheinliche Menge des im Blute enthaltenen Kalkphosphates 4,68 Gr. beträgt und folglich schon zwei Tage bei dem gewöhnlichen Genusse des Roggenbrodes ausreichend sind, um dem Blute, wenn es allen seinen phosphorsauren Kalk verloren hätte, die nöthige Menge desselben zuzuführen. Valentin [3]), welcher sehr umfangreiche, sorgfältige Untersuchungen über den Stoffwechsel bei Pferden angestellt hat, fand im Heu und Hafer die Menge des basisch phos-

---

1) Berzelius, Thierchemie, p. 588. — 2) Lehmann, Physiologische Chemie. I. 113. — 3) Valentin, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 408.

phorsauren Kalkes bedeutend: in der Heuasche 17,99, in der Asche des Hafers 22,35.

Physiologischer Nutzen. Dieser kann in der Hauptsache nicht zweifelhaft sein; es wird in dem phosphorsauren Kalke dem Körper ein Material geliefert, die festen Decken, Stützen und Hebel zu bilden, deren er zu seinem Schutze und zu seiner Bewegung bedarf. Wissen wir nun, dass das Kalkphosphat mit Speisen und Getränken in den Körper kommt und welches seine hauptsächlichste Bestimmung ist, so fragt es sich, auf welchem Wege und durch welche Mittel gelangt es an den Ort seiner Bestimmung? Lehmann glaubt, dass, da Milchsäure ein sehr kräftiges Auflösungsmittel des in Rede stehenden Körpers ist, Milchsäure aber neben Salzsäure bei jedem Acte der Verdauung gebildet wird, diese den in den Verdauungskanal kommenden Kalk auflöse und zur Aufnahme in die Säftemasse geschickt mache, doch findet man je nach den genossenen Speisen in den Excrementen noch phosphorsauren Kalk [Berzelius [1]) in der Asche von 3 Unzen noch 4 Gran]. Dass derselbe aber wirklich in das Blut gelange, lehren die Untersuchungen von Lecanu (der ohngefähr 0,17% in demselben fand), von Denis (0,265 — 0,275), von Richardson (0,056), auch von Nasse, Lehmann u. A., so wie das Wiedererscheinen dieses Salzes im Urine (Lehmann 1,345 — 0,123%). Das Absetzen der Knochenerde in den Knochen kann man mit Lehmann [2]) auf eine chemische Art durch Sättigung und Entziehung der Milchsäure erklären, und allerdings ist es wahr, dass bei der Neigung des kindlichen Organismus zur Säurebildung die Knochen weniger Kalk enthalten, ja krankhafter Weise ihres normalen Gehaltes an Kalk leicht zum Theil beraubt werden, während im Alter, bei grösserer Neigung zur Alkalescenz, die Knochen weit mehr Kalk enthalten, überhaupt sich leicht krankhafte Concremente bilden; aber es fehlt uns dennoch ganz an einer Einsicht, warum gerade an der Bildungsstelle des Knochens die Milchsäure durch ein Alkali gesättigt werde und nicht an einer andern Stelle, wo doch ebenfalls Alkalien vorhanden sind. Ueberdiess sind hier die Erfahrungen Valen-

---

1) Berzelius, Thierchemie. 345. — 2) Lehmann, Physiologische Chemie. I. 114.

tins[1]) wohl zu beachten, nach denen er anzunehmen geneigt ist, dass weder im gesunden noch im kranken Zustande der phosphorsaure Kalk als solcher, sondern als kohlensaurer abgesetzt werde und später erst die Phosphorsäure hinzutrete (vgl. Phosphorsäure). Bei krankhaften Aufsaugungen soll die Natur rückwärts denselben Weg einschlagen. Ob nun der phosphorsaure Kalk und die übrigen ihn begleitenden Salze mit dem Knochenknorpel chemisch verbunden oder nur mechanisch gemengt sind, ist noch keineswegs ohne Zweifel ausgemacht, doch sprechen mehrere Punkte für eine theilweis chemische Verbindung: 1) die Umänderung des Chondrin in Glutin bei beginnender Ablagerung der Knochenerde; 2) das Zurücktreten der früher reichlich vorhandenen Chlorverbindungen, und 3) der von Lassaigne, Kühn und Valentin beobachtete Umstand, dass bei der Verknöcherung kohlensaure Kalkerde der phosphorsauren vorangeht. Eigene Untersuchungen mit dem Mikroskope lassen mich der Meinung Henle's[2]) beistimmen, dass der in den Knochenkörpern enthaltene Kalk in diesen nur mechanisch niedergelegt, der übrige aber chemisch gebunden sei.

Noch entsteht hier eine andere Frage, ob nämlich der im Blute und fast in allen andern Gebilden verbreitete phosphorsaure Kalk noch einen besondern physiologischen Nutzen habe, oder ob er sich nur darum im Blute finde, weil er diesen Weg gehen muss, um an den Ort seiner Bestimmung zu gelangen, oder ob er vielleicht nur zufällig von dem Blute (und mit diesem) an die Gebilde übertrete? Folgende Gründe scheinen dafür zu sprechen, dass er überall, wo er sich findet, einen physiologischen Nutzen habe; 1) die Menge des im Blute enthaltenen Kalkes ist zu gross, als dass sie nur Ersatzmaterial für die Knochen sein sollte; 2) es findet sich dieses Salz in manchen ganz specifischen Absonderungsproducten in solcher Menge (z. B. im Saamen nach Vauquelin 3 Procent), dass man auf einen physiologischen Zweck schliessen muss und nicht glauben kann, dass es nur zufällig im Blute und in den weichen Gebilden

---

1) Valentin, Repertorium für Anatomie u. s. w. III. 302 seq. — 2) Henle, Allg. Anat. 828.

vorkomme. Worin dieser Nutzen aber bestehe, ist schwer zu bestimmen, doch scheint das in Rede stehende Salz im Allgemeinen zur normalen thierischen Mischung zu gehören, so wie Phosphor und Schwefel zur Constitution einiger Proteinkörper, ohne dass wir dessen eigenthümlichen Nutzen errathen können. Nur wenn es sich, wie es bei der Bildung der Knochen der Fall zu sein scheint, allgemein bestätigte, dass sich erst kohlensaurer Kalk absetze und diesem später erst die Phosphorsäure zugeführt werde, könnte man glauben, dass dieser früher kohlensaure, nun phosphorsaure Kalk eben darin seinen Zweck erfülle, dass er die bei der Zersetzung der Proteinkörper sich überall bildende Phosphorsäure sättige und nun erst noch zu andern Zwecken verwendet werden könne.

Phosphorsaure Magnesia. $\dot{\text{Mg}}8\ \overset{\therefore}{\text{P}}$ kommt ebenfalls im Körper allgemein verbreitet vor, doch in geringerer Menge als der phosphorsaure Kalk, den sie begleitet. In den Geweben der Herbivoren findet sich mehr Magnesiaphosphat als in den menschlichen Theilen; da ferner im Kothe nicht unbedeutende Mengen (nach Berzelius 2,0) vorkommen, deren Krystalle man mit dem Mikroskope findet, so kann man glauben, dass die resorbirenden Gefässe des Menschen wenig Neigung haben, dieses Salz aufzunehmen.

Dieses Salz kommt so häufig im Getränke und in den Hülsenfrüchten vor, dass man über die Quelle desselben im menschlichen Körper nicht in Zweifel sein kann: es wird mit der vegetabilischen Nahrung dem Körper zugeführt. Nicht selten findet man im Harne ein Doppelsalz, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, dem sich bisweilen noch Kalk zugesellt. Es wird dadurch nur der Reichthum des Körpers an Phosphorsäure documentirt, die sich rasch mit jedem sich darbietenden alkalischen Körper sättigt.

Der Nutzen der phosphorsauren Magnesia kann nur mit dem des gleichnamigen Kalksalzes zusammenfallen, wenigstens ist etwas Specielles nicht bekannt.

Phosphorsaures Natron, $\dot{\text{Na}}2\ \overset{\therefore}{\text{P}} + 12\ \dot{\text{H}}$, und phosphorsaures Kali, $\dot{\text{K}}2\ \overset{\therefore}{\text{P}}$, kommen beide im menschlichen und thiersichen Organismus vor, nur ist ersteres viel häufiger als

letzteres, ja es ist fast in allen Flüssigkeiten gefunden worden. Wie wichtig aber diese Salze sind, geht aus ihrem regelmässigen Vorkommen in der Milch [Simon[1]), Berzelius[2])] und im Blute, [Berzelius[3]), Denis] hervor.

Quelle. Auch diese beiden Salze kommen so häufig in Pflanzen, namentlich in den Kartoffeln, in den Papilionaceen[4]) vor, dass sie von diesen in den thierischen und menschlichen Organismus übergehen; aber es ist auch wahrscheinlich, dass sie bei der Bildung der Phosphorsäure in Gegenwart von Natron oder Kali zum Theil im Körper selbst gebildet werden, wie wir es bei andern Phosphaten schon sahen.

Der physiologische Nutzen dieser Salze lässt sich speciell nicht nachweisen, doch muss man glauben, dass dieselben wesentlich zur Bildung der organischen Masse nothwendig sind: 1) wegen der allgemeinen Verbreitung derselben, besonders im Blute, in der Milch; 2) wegen der raschen Absorption dieser Salze im Darmkanale. Andeutungen eines speciellen Zweckes giebt das reichhaltige Vorkommen dieser Salze in der Galle, während sie im Kothe[5]) fehlen, so dass man schliessen darf, sie seien entweder für die Chylification nothwendig und nützlich, oder die Natur wolle selbst das in der Galle enthaltene phosphorsaure Natron nicht verloren gehen lassen, sondern mit der Galle wieder zu andern Zwecken verwenden. Nach Valentin[6]) hält phorphorsaures Natron 12,3$\frac{0}{0}$ Faserstoff in Auflösung; ob nun gleich kohlensaures Natron das Doppelte auflöst, so ist doch auch diese Wirkung nicht unbeachtet zu lassen, da sie wenigstens darauf hindeutet, dass, wenn bei der Stoffmetamorphose kohlensaures Natron in phosphorsaures verwandelt werden sollte, ein Theil des Faserstoffes wegen Mangel des Auflösungsmittels zur Gerinnung kommen könne.

§. 13.

Der Phosphor kommt also als elementarer Körper in vielen organischen Verbindungen, namentlich in den Proteinkörpern,

1) Simon, Med. analyt. Chemie. I. 276. — 2) Berzelius, Thierchemie. 701; daselbst auch die Angaben anderer Chemiker. — 3) Berzelius, Thierchemie. 98. — 4) Gmelin, Handb. d. Chemie. II. 1260. — 5) Berzelius, Thierchemie. 345. u. Lehmann, Physiol. Chemie. 139. — 6) Valentin, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 151.

vor; bei deren Zersetzung er, ebenso wie der Schwefel in Schwefelsäure, in Phosphorsäure übergeführt wird, die sich dann sogleich mit den überall vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden verbindet; letztere lassen ihre Kohlensäure, mit welcher sie vorher verbunden waren, fahren, daher im Blute freie Kohlensäure enthalten sein muss, die dann hauptsächlich durch die Respiration wieder ausgeschieden wird. Aber nicht allein auf diesem Wege werden dem Körper phosphorsaure Salze verschafft, auch von der Aussenwelt werden ihm durch Speisen und Getränke dieselben, wie wir im Einzelnen gesehen haben, überschüssig zugeführt.

Anmerkung. Wie reich die Pflanzen an phosphorsauren Salzen sind, zeigen die Untersuchungen mehrerer Pflanzenaschen von Hertwig [1]), welcher reichliche Antheile von phosphorsaurem Kalke, Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd fand.

Der Nutzen der phosphorsauren Salze im Körper ist gewiss sehr gross und wichtig, doch können wir ihn nur deutlich bei den Erd-Phosphaten erkennen, bei den Alkali-Phosphaten bleibt er uns dunkel, doch dürfte vielleicht die angegebene faserstoffauflösende Kraft, welche gerade halb so stark wie die des kohlensauren Natron ist, einiges Licht auf die Rolle werfen, welche die phosphorsauren Alkalien bei der Stoffmetamorphose spielen.

§. 14.

Chlorverbindungen. Chlor kommt nie so wie Schwefel und Phosphor als elementarer Stoff im Körper vor, sondern stets schon chemisch mit einem andern Elemente, gewöhnlich mit Wasserstoff, zur Salzsäure verbunden. Dass diese Säure mit Erden und Alkalien auch Salze bildet, bedarf wohl keiner Erinnerung.

Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure, HCl, ist frei nur im Magensafte gefunden worden und zwar zuerst von Prout, dessen Entdeckung später von den meisten Chemikern bestätigt worden ist. Trotz dem ist

die Quelle derselben noch sehr dunkel. Es ist um so schwerer, die Entstehung dieser Säure im Magensafte einzusehen,

1) Hertwig, Ann. der Chemie u. Pharmacie. XLVI. p. 97.

als keine stärkere Säure da ist, durch welche sie aus Chlornatrium u. s. w. gebildet werden könnte, ja die Salzsäure wird entwickelt, wenn gar kein Chlormetall im Magen ist, denn bekanntlich ist der Magensaft des leeren Magens neutral, wird aber sogleich sauer, sobald letzterer, sei es auch nur mechanisch, durch verschluckte Kieselsteine, gereizt wird. Lehmann [1]) nimmt in dieser Verlegenheit seine Zuflucht zur Milchsäure, welche auch in einer spirituösen Lösung das Chlorcalcium zersetzt haben soll, wodurch die Kraft derselben, das Chlor aus seinen Verbindungen auszutreiben, erwiesen wäre; allein dadurch ist immer noch nicht die Frage beantwortet: wo in einem nur mechanisch gereizten Magen eine Chlorverbindung herkomme, die durch jene Milchsäure zersetzt werden könnte. Von der drüsigen Fläche des Magens kann eine solche Chlorverbindung nicht wohl abgesondert werden, da deren Absonderung eben schon sauer ist. Diese Schwierigkeit der Erklärung darf uns aber noch keineswegs verleiten, zu einem unmittelbar schaffenden Act der Lebenskraft unsere Zuflucht zu nehmen, denn dieser Gedanke verträgt sich mit dem jetzigen Stande der Wissenschaft durchaus nicht mehr, und wir können nach den zahlreichen Analogien in dem thierischen Chemismus die volle Ueberzeugung hegen, dass die Bildung der Salzsäure im Magen auch nur nach chemischen Gesetzen erfolge, welche die Folgezeit noch genauer lehren wird.

Der Nutzen der Chlorwasserstoffsäure ist schon aus ihrer die Proteinkörper lösenden Kraft zu vermuthen, und in Verbindung mit Pepsin äussert sie diese auflösende Kraft auch auf alle verdauliche und genossene Speisen. Dabei scheint folgendes Verhältniss stattzufinden: das Pepsin wird in seiner auflösenden Kraft durch die Salzsäure besonders bei niederer Temperatur unterstützt; Wasmann [2]) hat nämlich die interessante Beobachtung gemacht, dass zwei Drachmen einer sauren, nur 0,0017$\frac{0}{0}$ Pepsin enthaltenden Flüssigkeit eine dünne Eiweissplatte in 6 — 8 Stunden löste, diese Lösung aber in 2 Stunden vollbrachte, wenn der Flüssigkeit zwölf Tropfen Salz-

---

1) Lehmann, Physiolog. Chemie. I. 127. — 2) *Wasmann, De digestione nonnulla. Berol.* 1839.

säure zugesetzt waren. Es scheint sonach die lösende Kraft der im Magensafte enthaltenen Chlorwasserstoffsäure erwiesen zu sein, dennoch aber ist die Magenverdauung immer noch von einer blosen salzsauren Lösung verschieden, denn die schon von Mulder beschriebene Verbindung des Eiweisses mit Salzsäure unterscheidet sich von dem im Magen gelösten Eiweisse dadurch, dass sie in reinem Wasser, nicht aber in saurem löslich ist. Hiernach ist das Pepsin nicht ausser Acht zu lassen.

Chlornatrium und Chlorkalium, NaCl, KCl. Diese beiden Salze finden sich in allen Flüssigkeiten und in fast allen festweichen Theilen des menschlichen Körpers, so wie sie sich über die ganze Erde verbreitet vorfinden.

Es kann die Quelle, aus welcher der Organismus diese Salze schöpft, nicht schwer zu finden sein, jede Speise, jedes Getränk führt dem Magen selbige zu, ja nach Liebig [1]) verbreitet selbst der Regen Kochsalz, welches die vom Meere aufsteigenden Dünste mit sich fortgerissen haben.

Zuerst untersuchen wir, welchen Nutzen diese Salze im Magen haben mögen. Der nächste Nutzen dürfte nun sein: die Auflösung der Speisen zu begünstigen, wenigstens gilt dieses nach Lehmann von mehrern Proteinkörpern. Wenn ferner Lehmann's Ansicht über den Ursprung der Salzsäure im Magensafte die richtige ist, so liefern diese Salze das Chlor zur Bildung dieser Säure. Soviel wenigstens ist sicher, dass wir das Kochsalz in unsern Speisen nicht entbehren können, wenn wir auch annehmen müssen, dass durch Verwöhnung das Bedürfniss widernatürlich gesteigert worden ist. Dieser Umstand, so wie die stete Gegenwart derselben im Magensafte und die erwiesene Fähigkeit derselben, die Auflösung der Speisen bei der Verdauung zu unterstützen, sind schon genug Momente, um den grossen Nutzen und die Nothwendigkeit dieser Chlorverbindungen ausser Zweifel zu setzen.

Mit den aufgelösten Speisen werden nun die in Rede stehenden Salze theils in den Chylus, theils in das Pfortaderblut auf-

---

1) Liebig, Thierchemie. 103.

genommen. Der Chylus vom Menschen ist noch nicht untersucht, den von Pferden hat neuerdings Simon geprüft; früher haben Tiedemann und Gmelin, auch Berzelius darüber sorgfältige Untersuchungen angestellt, und alle diese Analysen haben einen reichlichen Antheil Chlornatrium nachgewiesen. Nicht weniger reichlich ist dieses Salz in der Blutflüssigkeit enthalten und hier von Denis, Richardson, Lecanu, Berzelius, Simon, Nasse nachgewiesen worden.

Simon[1]) fand beim Pferde auf 1000 Chylus 1,780 Globulin nebst Kochsalz und milchsauerm Natron, in einer spätern Analyse eines trüben milchigten Chylus auf 1000 Theile 7,300 milchsaure und salzsaure Alkalien mit Spuren von Kalkerde und in einem etwas blutroth gefärbten Chylus 6,700. Nasse[2]) hat nach den Versuchen von Emmert, Tiedemann und Gmelin eine übersichtliche Zusammenstellung der betreffenden Analysen gegeben: das Mittel von drei Untersuchungen des Chylus von nüchternen Pferden giebt auf 1000 Chylus 8,35 Extractivstoff mit Kochsalz und milchsauerm Natron, der Chylus von mit Hafer gefütterten Pferden auf 1000 Chylus 10,6 Extractivstoff mit Kochsalz und milchsauerm Natron. Die in 1000 Blutflüssigkeit enthaltene Menge des Chlornatrium giebt Denis[3]) zu 3,668—3,742, Richardson[4]) zu 5,341, Lecanu[5]) zu 5,32—6,0, Berzelius[6]) zu 6,0, Nasse[7]) die Chlorsalze zu 4—5,0 an. Simon's[8]) Angaben sind zu unbestimmt, da er den Extractivstoff nicht von den Salzen getrennt hat. Im Lungenschleime fand Nasse[9]) eine verhältnissmässig grosse Menge, 13,38.

Der Nutzen, den die Chloralkalien im Chylus und Blute haben können, ist folgender: 1) sie sind diesen Flüssigkeiten ge-

---

1) Simon, med. analyt. Chemie. II. 242. — 2) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 236. — 3) Denis, *Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique du sang. Paris* 1838. 211 *sq.* — 4) Richardson, *on the chemical composition of human blood, in Thomson Records of general science. Vol. IV.* 116. — 5) Lecanu, *Etudes chimiques sur le sang humain. Paris* 1837. — 6) Berzelius, Thierchemie. 98. — 7) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 167. — 8) Simon, med. analyt. Chemie. II. 103. — 9) Nasse, Journ. für pract. Chemie. XXIX. 59.

rade in der Menge zugemischt, dass sie den Eiweissstoff in Auflösung erhalten, ohne das Globulin des Blutes anzugreifen; 2) indem sie mit der Blutflüssigkeit alle Theile des Körpers durchdringen, schützen sie denselben gegen alle nachtheilige Einflüsse der Wärme und Feuchtigkeit. Letzterer Punkt ist besonders von Lehmann hervorgehoben worden und allerdings ist es allgemein bekannt, dass Kochsalz die Zersetzung der organischen Masse kräftig hindert und viel Wasser für sich wegnimmt; auch darf man die Entstehung des Scorbutes, einer Blutzersetzungskrankheit, aus dem zu reichlichen Genusse des Kochsalzes, nicht gegen unsere Ansicht anführen, denn abgesehen davon, dass unter Umständen, wo sich der Scorbut entwickelt, noch mancherlei andere nachtheilige Einflüsse einwirken, so muss der zu reichliche Genuss des Salzes jenen Nachtheil haben, denn überflüssiges Salz im Blute wird das Globulin zerstören und die zur Bildung der Weichtheile nöthige Gerinnung des Faserstoffes hindern.

Der Nutzen der Chlor-Alkalien in den Geweben der einzelnen Theile dürfte sich grösstentheils auf jene der organischen Zersetzung entgegenwirkende Kraft reduciren und nur in den Knorpeln könnte man eine besondere Beziehung zur chemischen Constitution derselben vermuthen, denn die knorpelige Grundlage der Knochen ist vor der Verknöcherung reicher an Chlor-Alkalien als nach der Verknöcherung, zum Beweiss, dass mit der Verknöcherung nicht blos eine mechanische, sondern auch eine chemische Veränderung vorgeht, die aber noch nicht genau ermittelt ist. (Vergl. phosphorsauren Kalk und Verknöcherung.)

Chlorcalcium, Ca €l, ist bis jetzt nicht im Blute, sondern nur im Magensafte des Menschen von Berzelius[1]), in dem des Hundes von Tiedemann, Gmelin[2]) und Braconnot[3]), und in dem Speichel des Menschen von Mitcherlich[4]) gefunden worden.

Den Ursprung dieses Salzes im Magensafte nachzuweisen, den Vorgang, durch welchen es gebildet wird, zu erklären, ist

1) Berzelius, Jahresbericht, 16. Jahrgang. 1837. 879. — 2) Tiedemann und Gmelin, Die Verdauung. I. 260. — 3) *Braconnot, Annales de Chim. et de Phys. T.* 59. 348. — 4) Mitscherlich, Poggendorf's Annalen, Bd. 26. 230.

bis jetzt ganz unmöglich, da man dessen Dasein im Blute noch nicht kennt; doch so viel kann man annehmen, dass es durch doppelte Wahlverwandtschaft aus einer Chlorverbindung und einem Kalksalze dargestellt werde.

Ebenso wenig wie den Ursprung kann man einen speciellen *Nutzen* einsehen.

Chloreisen siehe unter Eisen.

§. 15.

Kohle, Kohlenstoff. Kohlenstoff ist ein nie fehlendes Element der wesentlichen organischen Bestandtheile des Körpers, d. i. der Proteinkörper und Fette. Ueber die Art und Weise wie dieser Stoff mit Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zur Bildung der organischen Masse zusammentritt, haben wir schon früher gesprochen, und da der Kohlenstoff, so lange er in dieser Verbindung verharret, d. i. so lange die organische Substanz nicht zersetzt wird, ohne chemische Wirksamkeit ist, so können wir sogleich zu der so wichtigen

Kohlensäure, $\ddot{C}$, übergehen. Die Kohlensäure ist so allgemein in der organischen und unorganischen Natur verbreitet, dass wir uns nicht wundern können, wenn wir sie auch überall im menschlichen Körper antreffen; sie ist daselbst bald Product der Umsetzung der Gebilde, wobei der Kohlenstoff des zersetzten Gebildes Sauerstoff aufnahm, bald ist sie durch stärkere Säuern aus den vorhandenen kohlensauern Alkalien vertrieben worden; endlich gehen auch die pflanzensauern Alkalien, die wir geniessen, bei ihrem Durchgange durch den Körper in kohlensaure Alkalien über (*Wöhler*).

Wir werden also zu unterscheiden haben: freie Kohlensäure und die durch Alkalien gebundene.

Freie Kohlensäure kann unter manchen Umständen den grössten Theil des Körpers durchdringen, z. B. nach dem Genusse kohlensaurer Wässer, moussirender Weine. Sie kommt übrigens oft im Magen und Darmkanale, stets im Blute, in den Lungen und Luftwegen vor.

Freie Kohlensäure im *Magen* ist von den genossenen Speisen abhängig. Werden nämlich kohlensaure Alkalien in den Ma-

gen gebracht, so verdrängt die stärkere Säure des Magens die Kohlensäure aus ihrer Verbindung, ebenso oft wird durch Getränke Kohlensäure in den Magen gebracht, die dann bei ihrer Flüchtigkeit und der Permeabilität thierischer Häute für Gase einen grossen Theil des Körpers durchdringt und auf den freien Oberflächen der Lungen und der Haut verdunstet.

Freie Kohlensäure im Blute. Alle hierher gehörigen Punkte können bei der Schwierigkeit des Gegenstandes nicht hier, sondern beim Blute und bei der Respiration abgehandelt, daher hier auch nur einige allgemeine Sätze aufgestellt werden. Aus dem aus der Ader gelassenen Blute kann man durch die Luftpumpe, durch Schütteln mit Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas, sowie durch Erhitzen Kohlensäure austreiben. Die Methode von Schultz [1]) scheint ziemlich sicher das Dasein freier Kohlensäure im Blute darzuthun. Er füllt nämlich ein Gefäss mit eingeriebenem Stöpsel ganz mit frischem Blute und drückt den Stöpsel luftdicht auf. Indem nun das Blut erkaltet, bildet sich über demselben ein luftleerer Raum, in den sogleich Luftblasen aus dem Blute aufsteigen. Eine andere schwierig zu beantwortende Frage ist die: in welchem Zustande war das so erhaltene kohlensaure Gas im lebendigen Blute? Dasselbe kann nun entweder als Gas im Blute diffundirt, oder an Alkalien oder an die Blutkörperchen gebunden sein.

I) Dass das kohlensaure Gas frei im Blute diffundirt sei, kann zwar nicht bewiesen werden, doch muss man die Möglichkeit, ja wohl auch die Wahrscheinlichkeit zugeben,

1) weil sich kohlensaures Gas aus jeder Blutart auf die angegebene Weise in verhältnissmässiger Menge und leicht gewinnen lässt;

2) weil die im Blute vorhandenen doppelt kohlensauren Alkalien wohl erst beim Gerinnen einen Theil des Gases gebunden haben können, denn nach Nasse giebt der gerinnende Faserstoff wahrscheinlich einen Theil des Alkali ab, dessen er zur Erhaltung seiner flüssigen Form bedurfte, welches Alkali dann rasch mit der vorhandenen, bei der Stoffzersetzung sich stets bildenden

---

1) Schultz, System der Circulation. 58.

freien Kohlensäure sich verbinden wird. Wenn man dagegen einwirft, dass dasselbe auch im Leben, wo doch stets ein Theil des Faserstoffes in die feste Form übergeht, geschehen müsse, so muss man allerdings zugeben, dass dieses auch bei längerem Aufenthalte beider Stoffe im Blute geschehen werde, dass aber während der sehr kurzen Zeit, welche das Blut braucht, um aus dem Capillargefässsysteme des Körpers in das der Lungen zu gelangen, wohl beide neben einander in derselben Flüssigkeit verweilen können, ohne sich gegenseitig völlig zu binden. Ist einmal das Blut bis in die Lungen gelangt, so wird es auf deren grossen Oberfläche das kohlensaure Gas absetzen, theils als einfache Abdunstung, theils weil der Sauerstoff der Luft, der in das Blut übergeht, das kohlensaure Gas daraus verdrängt.

3) Es spricht der natürliche Athmungsprozess, bei dem leicht und ohne künstlichen Eingriff Kohlensäure aus dem Blute abgeschieden wird, dafür, dass diese Säure frei im Blute existire. Dieses Aushauchen von kohlensauerm Gase dauert beim Athmen in Wasserstoffgas fort, wie Spallanzani[1]) bei Fröschen und Schnecken beobachtet hat, welche Beobachtung später von Davy[2]) und Edwards[3]) bestätigt worden ist. — Collard de Martigny[4]), Joh. Müller[5]) und Bergmann drückten sogar, um jede Täuschung zu vermeiden, vor dem Versuche alle Luft aus den Lungen des zum Experimentiren bestimmten Frosches aus und dennoch wurde Kohlensäure ausgeschieden.

4) Das Blut mit kohlensaurem Gase geschüttelt absorbirt sehr viel davon, nach Davy ohngefähr das Doppelte seines Volumens, zum Beweiss, dass es viel Gas in sich aufnehmen könne.

Darüber also, dass Kohlensäure im Blute sei, kann kein Zweifel sein, und dass diese neben kohlensauren Alkalien auch in Gasgestalt im lebenden Blute sei, ist wenigstens sehr wahrscheinlich.

II. Das durch künstliche Mittel aus gelassenem Blute erhaltene kohlensaure Gas kommt gewiss zum Theil von den ebenfalls

1) *Spallanzani, Mémoirs sur la respiration. p.* 64 *und* 344. — 2) Davy, in Gilbert's Annalen der Physik. IXX. 320. — 3) *Edwards, Influence des agens physiques.* 445. — 4) *Collard de Martigny, in Magendie Journ. de phys.* 1830. 121. — 5) Joh. Müller, Physiologie. 4. Aufl. 238.

im Blute enthaltenen doppelt kohlensauern Alkalien. Es ist noch nicht erwiesen, dass die gefundenen Alkalien im lebenden Blute wirklich als doppeltkohlensaure vorhanden seien, sie können auch als einfach kohlensaure darin sein und erst während der Gerinnung und ehe es zur Untersuchung des Blutes kommt, die freie Kohlensäure binden. Dem sei nun wie ihm wolle, so ist doch bei der Leichtigkeit, mit der die einfach kohlensauern Alkalien Kohlensäure aufnehmen, zu vermuthen, dass sie auch ohne künstliche Behandlung wirklich noch mehr Kohlensäure binden. Fast zur Gewissheit wird diese Vermuthung, wenn man bedenkt, dass die Menge der bei längerem Experimentiren zu erhaltenden Kohlensäure viel zu gross ist, als dass sie bei Gegenwart von Alkali in dem bewegten Blute ganz und gar gasförmig bleiben könne.

Es ist also höchst wahrscheinlich, dass der grösste Theil des kohlensauren Gases, welches aus dem aus der Ader gelassenen Blute gewonnen wird, von den im Blute enthaltenen doppelt kohlensauern Alkalien komme, und möglich, dass ein kleinerer Theil des gewonnenen Gases frei im lebenden Blute diffundirt gewesen sei.

III. Auch an die Blutkörperchen ist Kohlensäure gebunden. Das Serum beider Blutarten, des arteriellen und venösen, ist sich gleich und doch sind es die Blutarten nicht, folglich muss ein Unterschied in dem Cruor liegen. Dieser Unterschied wird in Bezug auf unsern Gegenstand durch die Experimente von Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann deutlich. Diese erhitzten Blut unter Zusatz von Essig bis zur Sättigung des Alkali und erhielten von 1000 Volumen arteriellen Blutes 0,833 und von ebenso viel venösem Blute 1,233 Volumen Kohlensäure, folglich muss der grössere Reichthum der Kohlensäure des venösen Blutes an den Blutkörperchen gehaftet haben. Mit dieser Erfahrung stimmt auch ganz überein, dass Blutkügelchen, selbst wenn sie noch von einer Schicht Blutflüssigkeit bedeckt sind, den darüber befindlichen Sauerstoff absorbiren und sich damit heller färben, so dass man die Blutkügelchen als besonders befähigt betrachten muss, Gase zu absorbiren und wieder abzugeben, weshalb ihnen auch bei der Respiration eine wichtige Rolle zugetheilt werden muss. (Vergl. Blutkügelchen.)

Die Quelle der Kohlensäure im Blute ist schon öfter angedeutet worden. Indem durch den Lebensact die Stoffe benutzt werden, werden sie auch zur Zersetzung geneigt gemacht, denn keine Molecüle kann im lebenden Körper ruhig verharren, mechanisch und chemisch nicht dasselbe bleiben; stets vorwärts getrieben drängt sie sich zu ihrer eignen Vernichtung, welche vollendet wird, sobald der Sauerstoff seine Wirkung auf dieselbe andauernd ausüben kann, denn dieser kann sich nicht mit dem schon zu festen Bildungen verwendeten Fibrin oder mit dem Fette, sondern nur mit deren Elementen verbinden, es muss also eine völlige Zerlegung stattfinden und deren Producte müssen ähnlich sein den Producten, welche Döbereiner [1]) bei Oxydation organischer Körper durch oxyphores Platin erhielt, nämlich der Kohlensäure und dem Wasser. Der Ort, wo diese Zersetzung organischer Masse und Bildung der Kohlensäure stattfindet, kann in der Hauptsache kein anderer sein als das Capillargefässsystem des Körpers, von dem das veränderte Blut als venöses zurückkehrt. Doch darf man sich diese Bildungsstätte gewiss nicht zu beschränkt denken. Dieser Process wird in den Capillargefässen eingeleitet, fortgeführt und bis auf einen gewissen Punkt vollendet, aber wie das Leben nur in Bewegung und Stoffveränderung besteht, so wird auch die Zersetzung organischer Masse und mit ihr die Bildung der Kohlensäure mit dem Eintritt des Blutes in grössere Venen nicht plötzlich aufhören, denn sind einmal die Stoffe vorhanden, müssen sie auch auf einander wirken, ja man hat wohl Grund anzuehmen, dass mit dem Eintritt des Sauerstoffes in das Blut auch der besprochene Process beginne und nur darum in den Capillargefässen des Körpers am lebendigsten vor sich gehe, weil dort die unbrauchbar gewordene Materie am reichlichsten geboten wird. Für die Wahrheit des Gesagten spricht unter andern auch der Reichthum des Arterienblutes an Kohlensäure.

Die physiologische Bedeutung der Kohlensäure im Blute ist aus dem Gesagten schon ersichtlich. Die Kohlensäure ist ein Product der Stoffmetamorphose, welches hauptsächlich die

---

1) Döbereiner, im Archiv der Pharmacie. LXXXV. 249.

Bestimmung hat, durch die Lungen ausgeschieden zu werden. So wie aber die Natur andere Ausscheidungsstoffe noch anderweitig so viel als möglich benutzt, so verwendet sie auch diese Kohlensäure zum Theil zur Verbindung mit den Alkalien, welche zugleich aus den Proteinkörpern u. s. w. frei werden, um deren kaustische Natur aufzuheben. In welchem Verhältnisse der Kohlenstoff und die Kohlensäure des Blutes zur Gallenabsonderung steht, ist noch nicht ergründet, doch geht aus Simon's[1]) Untersuchungen hervor, dass bei der Gallenbildung verhältnissmässig viel des kohlenstoffreichen Hämatins verwendet wird, da das Pfortaderblut in der 6. und 8. Untersuchung 0,900 mehr davon enthielt als das Lebervenenblut. Die freie Kohlensäure hat Simon unberücksichtigt gelassen.

Die Menge der durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlensäure wird von den Experimentatoren ziemlich hoch angegeben und wir theilen hier zuerst die von Gmelin[2]) zusammengestellte Tabelle mit:

	Kohlens. Gas		= Kohle	+ Sauerstoff.		
	Cub. Zoll.	Gran.	Gran.	Cub. Zoll.	Gran.	
Nach Lavoisier u. Seguin	14930.	8584.	2820.	46037.	15661	franz.
„ Menzios	—	—	—	51480.	17625	engl.
„ Davy	31680.	17811.	4853.	45504.	15751	-
„ Allen und Pepys	39600.	18612.	5148.	39600.	13464	-

In der neuesten Zeit hat sich Scharling[3]) mit diesem Gegenstande beschäftigt und ist zu folgenden Resultaten gelangt:

Ein 35jähr.	Mann	athmete in 24 St.	14 Loth	171 Gr.	= 3531 Gr.	C	aus.
„ 16 „	„	„ „ „ „	15 „	1 „	= 3601 „	„	„
„ 28 „	Gardist	„ „ „ „	16 „	17 „	= 3857 „	„	„
„ 17 „	Dienstmagd	„ „ „ „	11 „	29 „	= 2669 „	„	„
„ 9¾ „	Knabe	„ „ „ „	8 „	222 „	= 2142 „	„	„
„ 10 „	Mädchen	„ „ „ „	5 „	92 „	= 1292 „	„	„

Die von Dumas[4]) gefundene Menge kommt diesen Angaben sehr nahe. Prout[5]) giebt 3,30—4,10 und Thomson[6]) 2,05—7,16 p. C. der ausgeathmeten Luft an.

---

1) Simon, med. analyt. Chemie. II. 118. — 2) Gmelin, theoretische Chemie. II. — 3) Scharling, Annalen der Chemie und Pharmacie. VL. 214. — 4) *Dumas, Essai de statique chimique des etres organiques.* — 5) *Ann. of Philos. Vol. II.* — 6) *Records of gen. Sc.* 1835. *Jan.*

Gegen die Richtigkeit der ältern bis auf Allen und Pepys gehenden Beobachtungen und Berechnungen hatte Berzelius[1]) den Einwurf gemacht, dass die angegebenen Mengen viel zu gross sein müssten, da zur Darstellung so vielen Kohlenstoffes allein $6\frac{1}{4}$ Pfund fester Nahrung nöthig sei; wobei auch noch zu bedenken, dass nicht Alles von den genossenen Speisen so umgewandelt wird, dass es als Kohlensäure ausgeschieden werden kann, und dass ferner eine grosse Menge Kohlenstoff durch Haut und Nieren ausgeführt wird. Berzelius sucht diesen Widerspruch durch die Annahme eines Beobachtungs- und Berechnungsfehlers, der allerdings wohl möglich, aber bei der Uebereinstimmung der Resultate verschiedener Forscher nicht wahrscheinlich ist, zu erklären. Müssen wir auch die Gewichtigkeit der von Berzelius vorgebrachten Gründe anerkennen, so können wir doch auch die ältern so wenig, wie die neuern Beobachtungen von Scharling als falsch verwerfen, vielmehr müssen wir gestehen, dass hier thatsächliche Beobachtungen mit wohlbegründeten Berechnungen in einem Widerspruche stehen, den erst spätere Forschungen lösen können.

(Andral's und Gavarrets Untersuchungen und Resultate werden in dem Capitel von der Respiration mitgetheilt werden.)

Ueber die Kohlensäure in den Ausscheidungsproducten brauchen wir hier wohl nicht weiter zu sprechen, da deren Quelle und physiologischer Werth aus dem Gesagten deutlich genug erhellet und eine genauere Betrachtung der einzelnen Absonderungen in die specielle Physiologie gehört.

Kohlensaure Alkalien kommen in allen festen und flüssigen Theilen in grösserer oder kleinerer Menge vor.

Kohlensaures Natron ist gefunden worden im Chylus von Berzelius[2]) beim Verbrennen des Albumins mit etwas phosphorsaurem Kalk, 2,76 %, Bergemann[3]) fand nur eine Spur davon, Nasse[4]) giebt in 1000 Theilen 2,3 kohlensaures, milchsaures, phosphorsaures und schwefelsaures Alkali an, Simon[5]) erwähnt bei

1) Berzelius, Thierchemie. 124. — 2) Berzelius, Thierchemie. 361. — 3) Bergemann, in Tiedemann's u. Treviranus Zeitschrift. V. 31. — 4) Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 235. — 5) Simon, med. anal. Chemie. II. 243.

seinen Analysen des kohlensauren Alkali nicht. In der Lymphe des Menschen ist die Existenz der kohlensauern Alkalien durch Marchand und Colberg[1]) nachgewiesen und die Summe der Salze zu 1,544 $\frac{0}{0}$ angenommen worden, Gmelin[2]) giebt die Menge des salzsauern, kohlensauern und phosphorsauern Natron zu 0,21 $\frac{0}{0}$ an. Die Lymphe von Pferden untersuchte Chevreul[3]) und bestimmte den Antheil des kohlensauern Natron zu 0,18 $\frac{0}{0}$, von Lassaigne[4]) sind dagegen die gesammten Salze zu 1,434 veranschlagt worden. In der Asche des Blutes wurde von den meisten Chemikern kohlensaures Natron gefunden, so von Berzelius[5]) im Blutroth 0,3, von Lecanu[6]) im Blutwasser kohlensaures mit phosphorsauerm und schwefelsauerm Natron 0,210, von Marcet[7]) kohlensaures Natron 0,165, von Richardson[8]) kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Salze 2,110, von Nasse[9]) kohlensaure Salze 0,6 — 0,8. — Ganz geleugnet haben das Dasein kohlensaurer Salze im Blute früher schon Denis[10]) und ganz neuerdings Enderlin[11]). Allein ganz abgesehen davon, dass das Dasein der Kohlensäure, sowie der Alkalien im Blute erwiesen ist, und dass, wenn letztere nur zum Theil verseift oder als Albuminate vorhanden sein können, der übrige Theil derselben also auch mit Kohlensäure zusammentreten muss, so giebt Enderlin selbst an, dass das von ihm im Blute gefundene $\dot{Na}3\ \overset{:\cdot:}{P}$ bei Gegenwart von $\ddot{C}$ und aq. in $\dot{Na}\ \ddot{C}$ und $\dot{Na}2\ \overset{:\cdot:}{P}$ + aq. zersetzt werde; da nun dieselben Bedingungen im Blute vorhanden sind, so ist nicht einzusehen, warum nicht kohlensaures Natron gebildet wer-

---

1) Marchand u. Colberg, J. Müller's Archiv. 1838. p. 133. — 2) *Gmelin, in Müller's Diss. experimenta circa chylum sistens. Heidelberg.* 1819. — 3) *Chevreul, in Magendie, Précis élementair de physiologie. Deuxième édit. T. II. p.* 192. — 4) *Lassaigne, Journ. de chimie medicale. T. I.* 150. — 5) Berzelius, Thierchemie. 81. — 6) *Lecanu, Journ. de Pharmacie. T. XVII. p.* 485, 545. — 7) Marcet, Schweig. Journal. X. 151. — 8) *Richardson, on the chemical composition of human blood, in Thomson, Records of general science. Vol. IV.* 116. — 9) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 167. — 10) *Denis, Essai sur l'application de la chimie etc.* 166. — 11) Enderlin, Liebig's Annalen für Chemie und Pharmacie. 1844. Märzheft.

den soll. Endlich weiset Ludwig[1]) auch einen Fehler in der Untersuchungsmethode Enderlin's nach. Wird nämlich kohlensaures Natron mit phosphorsauerm Natron ($Na2\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\text{P}} + aq.$) gemengt und erhitzt, so entweichet alle Kohlensäure, folglich musste sie auch aus Enderlin's Blutasche beim Glühen fortgehen. — In gesunden und kranken Knochen fand Valentin[2]) 0,136 — 2,556 kohlensaures Natron; Nasse[3]) und Marchand[4]) dagegen führen als Resultat ihrer Untersuchungen das kohlensaure Natron nicht mit an. Nasse[5]) fand es im getrockneten Lungenschleime.

Was den Ursprung der im Blute befindlichen kohlensauern Alkalien anbetrifft, so gilt das bei der Kohlensäure Gesagte auch hier, dass sie nämlich zum Theil wohl von Aussen eingeführt, zum Theil aber auch Producte der Stoffmetamorphose sind. Wird nämlich Faserstoff zersetzt, so wird auch Natron mit frei, welches sich mit der in demselben Acte gebildeten Kohlensäure verbindet; doch ist hier noch beizufügen, dass nach Wöhler's schöner Entdeckung die mit den Speisen genossenen pflanzensauern Salze sich im Urin als kohlensaure wiederfinden, ja dass nach Fremy und Pelouze pflanzensaure Salze schon bei Berührung mit thierischen Häuten sich in kohlensaure umsetzen. Ebenso werden die fettsauern Salze nach dem Einäschern bei der Analyse sich als kohlensaure zu erkennen geben. So leicht wie wir nach dem Gesagten einsehen, dass bei dem Oxydationsprocesse des Blutes kohlensaure Salze gebildet werden müssen, so darf doch deren Menge nicht zu hoch, am allerwenigsten nach dem Ergebnisse der Analyse der Blutasche angeschlagen werden, denn bei dem Verbrennen des Blutrückstandes gehen die etwa vorhandenen kaustischen Alkalien bei Gegenwart organischer Stoffe leicht in kohlensaure über.

Nutzen. Obgleich sonach die kohlensauern Alkalien Producte des Stoffumsatzes sind, so haben sie ihrer chemischen

---

1) Ludwig, in Henle und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Med. III. 148. — 2) Valentin, Repertorium der Anat. u. s. w. III. 297. — 3) Nasse, in Marchand und Erdmann's Journ. f. pract. Chemie. XXVII. Hft. 5. p. 274. — 4) Marchand, Journal für pract. Chemie. Bd. XXVII. 87. — 5) Nasse, Journ. für practische Chemie. XXIX. 59.

Natur nach doch einen wichtigen Nutzen für den thierischen Körper, nämlich den, die zu schnelle Gerinnung des Faserstoffes im Blute zu verhüten, denn es ist eine bekannte Eigenschaft des Faserstoffes, dass er sich in kohlensauern Alkalien in einem bestimmten Verhältnisse löst, und man kann voraussetzen, dass auch im lebenden Körper dasselbe Gesetz herrsche. Der Nutzen des kohlensauern Natron in den Knochen lässt sich nur entfernt errathen, vielleicht dass es hier mit dem kohlensauern Kalke so auf den Knochenknorpel wirkt, dass dieser gerade den rechten Grad der Weichheit und Elasticität erhält.

Kohlensaure Erden, und zwar kohlensaurer Kalk, $\dot{Ca}\ddot{C}$, und kohlensaure Magnesia, $\dot{Mg}\ddot{C}$, kommen im menschlichen Körper nur in geringer Menge vor, doch ersteres Salz häufiger als letzteres.

Im Chylus haben Nasse[1]) und Berzelius[2]), in der Lymphe Chevreul[3]), im Blute Lecanu[4]), in den Knochen Berzelius[5]) und Valentin[6]), endlich in den Zähnen Lassaigne[7]) verschiedene Antheile kohlensauern Kalkes und Magnesia gefunden. So wie die Kohlensäure ihr hauptsächlichstes Abscheideorgan in den Lungen hat und Kohlensäure nur selten und zufällig im Harn vorkommt, so sind auch die kohlensauern Erden selten als alleinige Bestandtheile von Harnsteinen vorgekommen. Fourcroy und Vauquelin hatten unter 600 Stück keinen kohlensaure Erden enthaltenden Stein gefunden, Prout fand aber dergleichen und seine Entdeckung wurde später öfters bestätigt. Mit oxalsauerm Kalke kommt kohlensaurer Kalk öfterer vor. Simon[8]) führt in der Tabelle, welche er über die ihm bekannt gewordenen Harnsteine zusammengestellt hat, unter 1709 Stück nur 2 als aus kohlensauerm Kalke, und 1 als aus demselben Carbonate mit Kieselsäure bestehend an.

Die Quelle der kohlensauern Erden wird, nach dem, was von

---

1) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 234, 235. — 2) Berzelius, Thierchemie. 361. — 3) *Chevreul, Précis élementair de physiologie. 2ème edit. II.* 192. — 4) *Lecanu, Etudes chimiques sur le sang humain. Paris* 1837. — 5) Berzelius, Thierchemie. 554. — 6) Valentin, Repertorium. III. 294. — 7) Lassaigne, Schweig. Journal. XXXII. 145. — 8) Simon, med. analyt. Chemie. II. 554.

den kohlensauern Alkalien gesagt worden ist, nicht schwer zu bestimmen sein. Viele dergleichen Carbonate werden dem Körper durch Getränke zugeführt, und bei vorherrschend vegetabilischer Diät, besonders bei reichlichem Genusse des Obstes, werden viel pflanzensaure Salze eingeführt, die sich im Körper in kohlensaure umwandeln. Die Menge der im Körper beim Stoffwechsel gebildeten kohlensauern Erden, wenn überhaupt diese Bildungsart stattfindet, kann nur ganz unbedeutend sein, da die überhaupt gefundene Menge derselben gering ist.

Physiologischer Nutzen. Im Ganzen mögen wohl die kohlensauern Erden, besonders der öfters vorkommende und bisweilen von der Talkerde vertretene Kalk, wie die Alkalien durch ihre basische Eigenschaft thätig sein, so namentlich im Chylus, in der Lymphe, im Blute; in den Knochen dagegen, wo sie in grösster Menge gefunden werden, dienen sie zu ähnlichem Zwecke wie der phosphorsaure Kalk und scheinen nach Valentin bei der Bildung der Knochen dessen Vorläufer zu sein. (Vergl. phosphorsauern Kalk.)

§. 16.

Kiesel, Si, kommt mit Sauerstoff verbunden (Si O3) in so geringer Menge im Körper vor, dass es bis in die neueste Zeit noch fraglich schien, ob die Kieselsäure zu den constituirenden Stoffen des Organismus gehöre, oder ob sie nur zufällig eindringe, bis Valentin [1]) seine ausgedehnten Untersuchungen über die Ernährung bekannt machte, aus denen hervorgeht, dass Kieselsäure allerdings zu den Bestandtheilen des Körpers, wenigstens der pflanzenfressenden Thiere, gehöre. Derselbe berechnete aus der Asche der täglichen Ration von Heu und Hafer, nebst dem Trinkwasser, die Menge der von Pferden genossenen erdigen Stoffe, und unter diesen also auch die der Kieselsäure und der Silicate; er berechnete ferner dieselben Stoffe im Kothe, im Urin und in der Hautabschuppung und fand, dass eine nicht zu übersehende Menge im Körper zurückblieb, macht aber auch dabei die schon von Lehmann [2]) gemachte Beobachtung, dass ein Theil der ge-

---

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. Art. Ernährung. — 2) Lehmann, physiolog. Chemie. I. 154.

nossenen Silicate durch die Säuern des Magens zersetzt wird und eine grössere Menge Kieselsäure, als genossen worden ist, rein, ohne Verbindung mit Kali, mit den Excrementen abgeht.

Kieselsäure ist gefunden worden von Fourcroy und Vauquelin[1]) in den Knochen des Ochsen, von Marchand[2]) in den Bärenknochen der Gailenreuther Höhle, 2,15%, von Vauquelin[3]) in dem menschlichen Harne und unter 600 Harnsteinen nur in 2 Stück, von v. Laer[4]) in Verbindung mit kohlensauerm und phosphorsauerm Kalk 0,312, in den Haaren, von Pleischl[5]) in einem Gallensteine, Simon[6]) führt in seiner Tabelle der Harnsteine unter 1709 nur 2 kieselhaltige an. Im Kothe hat sie Berzelius[7]) und Lehmann[8]) entdeckt. Im Speichel hat Mitscherlich[9]) und im Lungenschleime Nasse[10]) Kieselsäure bemerkt.

Die Quelle der wenigen, vom Körper aufzunehmenden Kieselsäure findet sich sehr reichlich in dem gewöhnlichen Getränke und in den Speisen, besonders in den von Gramineen bereiteten, daher schon unser Roggenbrot dieselbe in überreichlicher Menge dem Körper zuführt; dass aber überhaupt nur wenig von diesem Stoffe durch die Gefässe aufgenommen werden kann, ist schon aus dessen fast unlöslicher Natur, so wie aus allen den angegebenen Analysen einleuchtend.

Der Nutzen der Kieselsäure ist schwer einzusehen; in den Knochen kann man glauben, dass sie etwas zu deren Festigkeit beitrage, was sie aber in den Haaren leistet, ist nicht zu bestimmen.

§. 17.

Fluor und seine Verbindungen. Fluor ist bis jetzt nur als Fluorwasserstoff, HFl, von Brugnatelli[11]) und Trevi-

---

1) *Fourcroy et Vauquelin*, *Ann. de chimie. XLVI.* 190. — 2) Marchand, Erdmann und Marschand's Journal für pract. Chemie. XXVII. 89. — 3) *Vauquelin*, *Ann. de chimie. LVIII.* 41. u. Alt. Gehler's Journal. II. 352. — 4) v. Laer, Annalen der Chemie und Pharmacie. XLV. 147. — 5) Pleischl, Journ. für pract. Chemie. I. 115. — 6) Simon, med. analyt. Chemie. II. 554. — 7) Berzelius, Thierchemie. 316. 8) Lehmann, physiologische Chemie. I. 156. — 9) Mitscherlich, Poggendorf's Annalen. XXVI. 320. — 10) Nasse, Journal für practische Chemie. XXIX. 59. — 11) Brugnatelli, Crell's Annalen. 1837. I. 230.

ranus[1]) in dem Magen der Vögel gefunden worden, wo diese Säure den Zweck haben mag, die kieselhaltigen Stoffe, welche diese Thiere geniessen, aufzulösen. Im menschlichen Magen ist sie bis jetzt noch nicht gefunden worden.

Fluor Calcium, CaFl, kommt im Körper der Menschen und höhern Thiere stets vor, besonders aber in den Resten der vorweltlichen Thiere. Am reichlichsten findet sich das Fluorcalcium in den Zähnen, besonders in dem Schmelze derselben. Morrichini[2]), Prout[3]), Vauquelin[4]), Chevreul[5]), Lassaigne[6]), Berzelius[7]), Brandes[8]), Bergemann[9]), Marchand[10]) und Liebig[11]) haben in den Knochen jetziger und vorweltlicher Thiere Fluorcalcium nachgewiesen (Liebig auch in Menschenknochen aus Pompeji). Lassaigne will in den Zähnen eines Aplotherium 15 $\frac{0}{0}$ gefunden haben und in den Knochen jetzt lebender Thiere glaubte früher Berzelius 2 $\frac{0}{0}$ annehmen zu können, doch scheint es ihm jetzt selbst zu viel zu sein; auch Marchand fand nur 1 $\frac{0}{0}$ in den Knochen jetziger Thiere und 2,12 in Bärenknochen aus der Gailenreuther Höhle, Rees[12]) giebt dessen Gegenwart nur in den fossilen Knochen zu.

Ursprung. Da viele Quellen, so wie wahrscheinlich auch die auf glimmerhaltigem Boden wachsenden Pflanzen, Hirse und Gerste, stets [13]) Fluorcalcium enthalten, so kann uns kein Zweifel sein, wie der Körper sein geringes Bedürfniss dieses dem Wechsel wenig unterworfnen Stoffes befriedigt. Derselbe wird ihm reichlich in Speisen und Getränken geboten und durch die Chlorwasserstoffsäure des Magensaftes gelöst, dadurch den aufsaugenden Gefässen zugänglich gemacht, der Säftemasse und den Knochen zugeführt, durch den Harn aber wieder ausgeschieden.

---

1) Treviranus, Biologie. IV. 362. — 2) Morrichini, Alt. Gehler's Journal. III. 1. — 3) Prout, Neuer. Gehler's Journal. II. 187. — 4) *Fourcroy et Vauquelin, Ann. de chimie. LVII.* 37. — 5) *Chevreul, Ann. de chimie. LVII.* 45. — 6) Lassaigne, Schweigg. Journ. XXXII. 145. — 7) Berzelius, Thierchemie. 553. — 8) Brandes, Schweigg. Journal. XXXII. 145. — 9) Bergemann, Schweigg. Journal. LII. 145. — 10) Marchand, Erdmann's Journ. f. pract. Chemie. XXVII. 87. — 11) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. 5. Aufl. 159. — 12) Rees, Froriep's neue Notizen. No. 244. — 13) Fresenius, Ann. d. Chemie u. Pharm. L. 373.

Der Nutzen des Fluorcalcium ist nur in den physikalischen Eigenschaften dieses Körpers, in seiner Festigkeit und Schwerlöslichkeit zu suchen, daher er auch dort gefunden wird, wo diese Eigenschaften besonders gebraucht werden, in den Knochen und Zähnen, besonders aber in dem Schmelze der letzteren.

§. 18.

Die wenigen im Organismus vorkommenden Metalle sind ebenso wenig als irgend ein anderer ähnlicher Körper im Organismus erzeugt, sondern durch Speisen und Getränke in den Körper eingebracht, wie wir dieses im Einzelnen später sehen werden. Da sie nur im oxydirten Zustande auflöslich sind, so müssen sie auch als Oxyde aufgenommen werden, ob sie aber alle, namentlich das Eisen, als solche im Blute enthalten sind, ist noch ungewiss.

Der Nutzen der Metalle im Körper beruht nur, wie es scheint, auf ihren chemischen Eigenthümlichkeiten; so sind die Oxyde der Alkali- und Erdmetalle nur durch ihre ausgezeichnete alkalische Natur wirksam, durch welche sie sich mit Säuren zu Salzen verbinden, die wir im Einzelnen schon kennen gelernt haben. Die Oxyde der eigentlichen Metalle, von denen besonders das Eisen zu nennen ist, scheinen durch ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff in einer engen Beziehung zum Respirationsprocesse und zur Blutbildung zu stehen. Die Alkalimetalle, Erdmetalle und das Eisen sind für das Bestehen des Organismus unbedingt nothwendig, andere sind entweder Stellvertreter, wie das Mangan für das Eisen, das Arsen für den Phosphor, oder sie sind nur zufällig eingeführt, wie Arsen und das auch bemerkte Kupfer und Blei.

§. 19.

a. Die Oxyde der Alkalimetalle.

Das Kali und das Natrum, doch letzteres häufiger als ersteres, sind in allen festen und flüssigen Theilen des Körpers in verschiedener Form enthalten.

1) Als Seife mit Fettsäuren verbunden. Schon Berzelius[1]) machte auf diese Verbindungen aufmerksam, sie wurden später von Chevreul[2]), Gmelin, Denis[3]), Lecanu[4]) Boudet[5]) u. A. genauer untersucht, auch Nasse[6]) hat in neuester Zeit den im Blute vorhandenen Seifen seine Aufmerksamkeit geschenkt. (Vergl. Fett und Blut.)

Diese Seifen werden vorzüglich durch kaustisches Natron mit Margarinsäure, Elainsäure und einer dritten flüchtigen Säure des Blutes dargestellt und finden sich im Blute, im Gehirn u. s. w.

2) Als Albuminate der Alkalien, d. h. chemische, auflösliche Verbindungen der reinen Alkalien mit Eiweissstoff, die sich wahrscheinlich gelöst im Serum des Blutes finden. Nachdem nämlich durch Kochen der Eiweissstoff des Serum scheinbar vollständig niedergeschlagen ist, bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein Häutchen und das noch rückständige Eiweiss kann nur vollständig durch Zusatz von Essigsäure niedergeschlagen werden. Dieser Niederschlag ist aber nicht eine Verbindung von Essigsäure und Eiweiss, sondern der letzte Rest des Eiweisses, dem durch die Säure sein Alkali entzogen worden ist.

Sonach wäre wenigstens die grösste Wahrscheinlichkeit gegeben, dass ein natürliches Alkali-Albuminat im Serum des Blutes existire.

3) Fibrinate hat man ähnliche Verbindungen des Faserstoffes mit kaustischen Alkalien genannt, da aber deren Existenz im Blute nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft weder erwiesen noch widerlegt werden kann, so übergehen wir sie hier, werden aber auf sie, wie auf die Albuminate, noch einmal bei Betrachtung des Blutes zurückkommen.

Der Nutzen der kaustischen Alkalien ist aber, die bemerkten Verbindungen darzustellen, welche zur normalen Mischung des Blutes zu gehören scheinen. Den physiologischen Werth der Seifen werden wir beim Fette näher in Betracht ziehen.

---

1) Berzelius, Thierchemie. 87. — 2) *Chevreul*, *Recherches sur les corps gras.* — 3) *Denis*, *Essai sur l'applicat. de la chimie.* 149. — 4) *Lecanu*, *Annales de chimie et de physic. LV.* 192. — 5) *Boudet*, *Annales de chimie et de physic. LII.* 337. — 6) Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 162.

§. 20.

b. Die Oxyde der Erdmetalle.

Ob kaustische Kalkerde und dergleichen Talkerde im Blute oder überhaupt im Körper vorkomme, ist noch nicht ausgemacht. Bei der gewöhnlichen Analyse, wo diese Stoffe als Asche nach dem Verbrennen des ausgetrockneten Rückstandes zurückbleiben, finden sie sich als kohlensaure, phosphorsaure und schwefelsaure Salze, die ebenso gut ursprünglich dagewesen sein, als auch bei dem Process des Verbrennens sich erst gebildet haben können. Dadurch kann aber nicht gesagt sein, dass der kohlensaure und phosphorsaure Kalk im Körper überhaupt zweifelhaft sei, auch der schwefelsaure ist von Nasse nachgewiesen worden, es soll nur ausgedrückt sein, dass die geringe Menge kaustischer Kalk oder Magnesia, die sich in Seifen oder Albuminaten finden mag, sich nach der Incineration als ein kohlen-, phosphor- und schwefelsaures Salz darstellen muss. Man muss also, um die Seifen und Albuminate kennen zu lernen, den nassen Weg einschlagen.

Es ist hier die sich wohl natürlich aufdrängende Frage in Erwägung zu ziehen: Kann neben der eben angenommenen freien Kohlensäure im Blute ein kaustisches Alkali bestehen? Die Beweise der freien Kohlensäure haben wir oben beigebracht, das kaustische Alkali haben wir als in einer Seife enthalten uns vorgestellt, es ist also mit einer Fettsäure verbunden, folglich streng genommen nicht mehr als kaustisch, sondern als gesättigt zu betrachten. In den Albuminaten ist, wie wir gesehen haben, seine Verbindung so fest, dass die Siedehitze nicht hinreicht, um sie ganz zu trennen. Um uns aber das Nebeneinanderbestehen solcher Verbindungen richtig vorzustellen, ist es durchaus nothwendig, in gewisser Beziehung ganz von dem Verhalten der Stoffe in unsern Laboratorien abzusehen; denn hier werden die Verbindungen stabil, die Elemente kommen bald ins Gleichgewicht, im lebenden Organismus aber ist ein stetes, unaufhörliches Drängen neuer Stoffe, welche schnell die alten vertreiben. Nichts kommt zur Ruhe, und das kräftigste Hülfsmittel dazu ist die Schnelligkeit des Blutlaufes. Somit mögen wohl Verbindungen einige Zeit ne-

ben einander sich halten, die ausser dem organischen Körper sich rasch gegenseitig zersetzen würden, namentlich mögen kaustische Alkalien neben Seifen, Albuminaten und kohlensauren Alkalien bestehen.

§. 21.

Das Eisen ist dasjenige Metall, welches dem thierischen Organismus nicht allein nicht feindlich gegenüber steht, wie die meisten übrigen Metalle, sondern selbst einen wesentlichen und nothwendigen Mischungstheil desselben ausmacht. Es ist fast in allen festen und flüssigen Theilen des Körpers gefunden worden: im Chylus, in der Lymphe, im Blute, in den Muskeln, in den Knochen, in den Haaren, im Pigmente, in den Ab- und Aussonderungen.

In dem Chylus als Spur von Nasse [1]), in der Lymphe von Marchand und Colberg [2]), im Hämatin des Blutes von den meisten Chemikern gefunden, im flüssigen Blute zuerst von Le Mery [3]) erwähnt, aber erst von Engelhardt [4]) ausser allen Zweifel gesetzt. Menghini [5]), der überhaupt abentheuerliche Ideen über das Blut hatte, will aus 30 Pfund Blut 70 Scrupel Eisen erhalten haben [Parmentier und Deyeux [6]) machten den Vorschlag, aus dem Bluteisen berühmter Männer Gedächtnissmünzen zu schlagen]. Brande [7]) dagegen giebt die Menge des Eisens schon nicht grösser an als im Chylus, Berzelius [8]) nimmt $10\frac{0}{0}$ Eisenoxyd, d. i. 6,934 Metall, im Hämatin an, Simon [9]) fand etwas mehr, 11,5 Oxyd = 7,97 Metall, Mulder [10]) fand in der Zusammensetzung des Hämatins im Durchschnitt von 4 Analysen

---

1) Nasse, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 234. — 2) Marchand und Colberg, Poggendorf's Annalen. XLIII. 265 und Joh. Müller's Archiv 1838. 132. — 3) *Le Mery, Nouveau système de la circulation. Paris* 1700. — 4) *Engelhardt, De vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Gotting.* 1825. — 5) *Menghini, Acta Bononiensia. T. II. P. II.* — 6) Parmentier und Deyeux, Reil's Archiv. I. 76. — 7) *Brande, Philosoph. transact.* 1812. und Archiv für Pharmacie. II. 278. — 8) Berzelius, Thierchemie. 66. — 9) Simon, med. analyt. Chemie. I. 315. — 10) *Mulder, Bullet. de sciences physiques et nat. in Néerland.* 1829. 78.

6,64 Eisen. In den Knochen traf Berzelius [1]) nur eine Spur, Marchand [2]) dagegen giebt mit Mangan und Verlust 1,05 an; in den Knorpeln fand Fromherz und Guggert [3]), und im Augenschwarz Lehmann [4]) 0,254% Eisen; in den Haaren von dunkler Färbung will Vauquelin [5]) mehr Eisen gefunden haben, als in den hellen Haaren, während v. Laer [6]) bei seinen ziemlich zahlreichen Untersuchungen keinen Unterschied, wohl aber bei gleichgefärbten Haaren bedeutende Schwankungen fand. In der Galle ist schon von Thénard [7]) das Eisen gefunden worden und spätere Chemiker haben diese Entdeckung bestätigt. Im Magensafte ist Eisen durch Tiedemann und Gmelin [8]) nachgewiesen worden, welches später Braconnot [9]) als Chlorid, Berzelius [10]) und Lehmann [11]) aber als Chlorür erkannten. Wichtig ist die Gegenwart des Eisens in der Milch, und zwar in der Frauenmilch von Meggenhofen [12]), Paff und Schwarz [13]), in der Kuhmilch von Berzelius als Spur, von Schwarz als 0,007 phosphorsaures Eisenoxyd gefunden; im Urin von Lehmann [14]), in Harnsteinen von mehrern Chemikern. Dass das als Medicament genommene Eisen in den Harn und Schweiss übergeht, davon hat sich Herberger [15]) bei einem chlorotischen Mädchen überzeugt.

In welcher Form das Eisen im Blute enthalten sei, lässt sich jetzt noch nicht mit Gewissheit sagen. Engelhardt leitete Schwefelwasserstoff in eine wässrige Auflösung des Blutrothes, worauf die gewohnte grüne Färbung, mit der Unmöglichkeit die

---

1) Berzelius, Thierchemie. 544. — 2) Marchand, Journ. f. pract. Chemie. XXVII. 87. — 3) Fromherz und Guggert, Schweig. Journ. L. 187. — 4) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 145. — 5) *Vauquelin, Ann. de chimie. LVIII.* 41. — 6) v. Laer, Ann. der Chem. u. Pharmacie. XLV. 147. — 7) Thénard, Gehler's n. Journal. IV. 532. — 8) Tiedemann und Gmelin, die Verdauung nach Versuchen. I. 260. — 9) *Braconnot, Ann. de chimie et de physic. LIX.* 318. — 10) Berzelius, Jahresbericht, 1837. p. 379. — 11) Lehmann, Physiolog. Chemie. I. 142. — 12) Meggenhofen, die Frauenmilch. 29. — 13) *Schwarz, Dissert. inaug. sistens nova experimenta circa lact. princip. constit. Kiel* 1833. u. Schweig. Journal. VIII. 270. — 14) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 145. — 15) Herberger und Simon, Beiträge. I. 366.

rothe Farbe wieder herzustellen, entstand. Beim Durchleiten von Chlorgas verschwand alle Färbung und die niedergeschlagene weisse thierische Materie hinterliess keine Asche, während die abgelaufene Flüssigkeit das Eisen enthielt. Nun schloss man so: da Chlor und andere Salzbilder, welche grössere Verwandtschaft zu den Metallen als zu den Oxyden haben, das Eisen aus seiner Verbindung mit der thierischen Materie trennen, so ist dieses wahrscheinlich als Metall darin enthalten. Auch Berzelius [1]) widersprach dieser Ansicht nicht geradezu. Mulder [2]) fügt diesem Grunde noch folgende bei: Phosphor und Schwefel sind mit den Proteinkörpern so wie mit den Hirnfetten im reinen, nicht oxydirten Zustande verbunden, folglich kann ja auch möglicherweise das Eisen regulinisch mit dem Blutrothe verbunden sein. Dabei giebt Mulder ferner noch die Möglichkeit zu, dass das Eisen in den Lungen Sauerstoff aufnehmen und in den Capillargefässen des Körpers wieder abgeben könne, oder auch, dass das Eisen im Blutrothe des Arterienblutes im regulinischen Zustande, in dem des Venenblutes aber als Kohleneisen enthalten sei. Ganz neuerlich sagt derselbe noch [3]): Da reines eisenhaltiges Hämatin mit Schwefelsäure digerirt und dann mit Wasser verdünnt Wasserstoffgas entwickelt, so muss man glauben, dass das Eisen im metallischen Zustande im Hämatin enthalten sei. Als Oxyd sehen jetzt das Eisen im Blute an: Lecanu [4]), Denis [5]) und Nasse [6]). Liebig [7]) glaubt im venösen Blute ein Oxydul, im arteriellen ein Oxyd annehmen zu müssen. Hünefeld [8]) spricht sich für das Oxydul aus; Simon [9]) drückt sich nicht bestimmt aus, scheint aber zum Oxyde sich hinzuneigen. Rose [10]) ist geneigt, das Blutroth für eine chemische Verbindung des Oxydes mit Eiweiss

---

1) Berzelius, Thierchemie. 84. — 2) Mulder, in Erdmann u. Marchand's Journal für Chemie. 1840. Nro. 20. p. 340. — 3) Mulder, in Erdmann und Marchand's Journal. XXXII. p. 195. — 4) *Lecanu, Etudes chimiques sur le sang humain. Paris* 1837. — 5) *Denis, Essai sur l'application de la chimie à l'étude physiologique. Paris* 1838. *p.* 173. — 6) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 138. — 7) Liebig, Thierchemie. 243. — 8) Hünefeld, der Chemismus u. s. w. 120. — 9) Simon, Med. analyt. Chemie. I. 316. — 10) Rose, in Poggendorf's Annalen. VII. 81.

zu halten, Lehmann[1]) giebt die Möglichkeit des Vorhandenseins aller drei Formen, des Metalles, des Oxyduls und des Oxydes zu. Arnold[2]) will eine dem Blutroth ähnliche künstliche Verbindung aus Eiweiss und kohlensaurem Eisenoxyd erhalten haben, hält daher auch das Blutroth für eine natürliche derartige Verbindung, Nasse[3]) konnte aber jene Mischung durchaus nicht darstellen. Fourcroy und Vauquelin sehen das Blutroth dagegen für eine Verbindung des basisch phosphorsauren Eisenoxydes mit Eiweiss an. Wenn aber auch andere Chemiker in der Asche des Blutrothes phosphorsaures Eisenoxyd gefunden haben, so ist diese Verbindung wahrscheinlich erst bei der Incineration zu Stande gekommen.

Die Schwierigkeit, warum die bewährtesten Chemiker bis jetzt die wahre Form des Eisens im Blute noch nicht haben unwiderleglich nachweisen können, liegt in der geringen Menge des vorhandenen Eisens (0,06, Simon), in der von Rose entdeckten Eigenthümlichkeit, dass Eiweiss, Zucker u. s. w. in der Auflösung des Eisens die Wirkung der Reagentien verhindert, in der wahrscheinlichen Veränderlichkeit der Form schon im Leben und noch mehr in der möglichen Umänderung derselben während der analytischen Arbeit.

Quellen des Eisens für den thierischen Organismus finden sich bei der allgemeinen Verbreitung dieses Metalles über den ganzen Erdboden in allen Speisen und Getränken. Wie viel Eisen wir aber mit den Speisen zu uns nehmen, zeigt die Lehmann'sche[1]) Analyse des Roggenbrotes, welche in der Asche 0,137$\frac{0}{0}$ Eisenoxyd ergab. Vergessen wir nun nicht, dass wir auch mit den Fleischspeisen stets eine bestimmte Quantität Eisen geniessen und dass fast jedes Quellwasser einen gewissen Antheil Eisen mit sich führt, so sehen wir leicht ein, dass dem Körper weit mehr geboten wird, als er wirklich und nothwendig braucht. Bedenken wir ferner, dass das mit der Galle in den Darmkanal ergossene Eisen auch wieder resorbirt und der Säftemasse zugeführt wird, so müssen wir zugestehen, dass wahr-

1) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 143. — 2) Arnold, Lehrb. der Physiologie des Menschen. Zürich, 1837. p. 286. — 3) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 139. — 4) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 147.

scheinlich ein merklicher Ueberschuss entweder im Darmkanale nicht aufgenommen und mit dem Kothe wieder abgeführt wird, oder nach dem Durchgange durch die Säftemasse im Urin wieder aufgefunden werden kann. Braconnot, Lehmann.

Die Aufnahme der geringen Menge Eisen von den Chylus- und Blutgefässen des Darmkanales hat gewöhnlich keine Schwierigkeiten, denn erstens kommt es oft als kohlensaures Eisenoxyd aufgelöst in den Magen und zweitens wird es, selbst wenn es metallisch in demselben gewonnen wäre, durch die Chlorwasserstoffsäure des Magensaftes aufgelöst und für die aufsaugenden Gefässe zugänglich gemacht.

Der physiologische Nutzen des Eisens für den Körper ist, so viel auch schon darüber gesprochen worden, noch nicht genau erforscht und wird auch nicht eher sicher erkannt werden, als bis uns die Form, in welcher das Eisen im Blute enthalten ist, genauer bekannt sein wird. Dass aber das Eisen von der grössten Wichtigkeit sein muss, geht aus der weiten Verbreitung desselben im Körper und der Wirkung des Eisens in bestimmten Krankheiten hervor. In ersterer Beziehung verdient besonders das Vorkommen desselben in der Milch, in diesem von der Natur selbst bereiteten Nahrungssafte des Kindes, alle Beachtung, denn die Milch enthält Nichts, was dem Kinde schädlich wäre, wohl aber Alles, was zu seinem Gedeihen nöthig ist. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass das Eisen seine eigentliche Function nicht schon im Chylus, sondern erst im Blute beginnt; da wir es aber im Blute stets schon mit dem Blutfarbestoffe fest verbunden finden, so müssen wir schliessen, dass es im Chylus vorbereitende Verbindungen mit den organischen Stoffen eingeht. Früher, ja fast seit Merry's Entdeckung des Eisens im Blute, suchte man in diesem die Ursache der rothen Färbung des Blutes. Diese Ansicht erhielt durch Engelhardt's Experimente neue Stützen und sie zieht sich selbst bis in die neueste Zeit fort (Arnold), doch schon die Untersuchungen von Hünefeld [1]) 1837, später die von Scherer [2]) und Mulder [3]) haben dargethan:

---

1) Hünefeld, Physiol. Chemie II. 67 seq. — 2) Scherer bei Simon, Med. analyt. Chemie. II. 593. — 3) Mulder, in Erdmann und Marchand's Journal. XXXII. 195.

1) dass sich aus dem getrockneten Blutrothe durch Schwefelsäure das Eisen vollkommen ausziehen lässt, ohne dass die Farbe verloren geht, und 2) dass sich ein Blutroth darstellen lässt, dessen Asche ganz weiss und ohne Spur von Eisen ist.

Da nun aber das Eisen nicht die Ursache der rothen Färbung des Blutes, überhaupt die Farbe an und für sich ganz gleichgültig ist, so dass selbst, wenn dieselbe von dem Dasein des Eisens abhinge, dieses doch nur ein zufälliger Nebenumstand wäre, so muss das Eisen noch einen andern, für den ganzen Körper wichtigen Zweck haben. Obgleich derselbe bis jetzt noch nicht ergründet ist, so kann man doch folgende Punkte als leitende ansehen: 1) Das Eisen ist im Blute nur an die Blutkügelchen gebunden, wir wissen aber, dass gerade diese bei der Respiration eine Veränderung erleiden; 2) in den Lungen nimmt das Blut Sauerstoff auf, in den Capillargefässen des Körpers dagegen verliert es diesen Sauerstoff, indem er zur Verbrennung der organischen Masse verwendet wird; das Eisen hat eine grosse Verwandtschaft zum Sauerstoffe, wird ihn also in den Lungen leicht aufnehmen, ihn aber auch in den Capillargefässen leicht ganz oder theilweise wieder abgeben; 3) erwägen wir ferner, worin der eigentliche Process des Athmens besteht, nämlich in der Aufnahme von Sauerstoff, der an irgend einen Stoff gebunden durch den ganzen Körper verführt werden soll, so leuchtet ein, dass dazu ein Proteinkörper sich wenig eignet; denn dieser wird dadurch in einen höhern Oxydationsgrad übergeführt, bleibt dann das, was er geworden ist und giebt den Sauerstoff nicht wieder ab; Fett eignet sich aber noch weniger dazu, denn dieses scheint keinen Sauerstoff ohne Zerlegung aufnehmen zu können; — die Natur bedurfte also eines andern Trägers des Sauerstoffes, als eines organischen, in seiner elementaren Zusammensetzung so veränderlichen Körpers, sie bedurfte eines unorganischen, nicht so wandelbaren Stoffes, sie bedurfte des Eisens, um den in den Lungen aufgenommenen Sauerstoff mit dem Blute in alle Theile des Körpers führen zu können. Hiernach halten wir es zwar für möglich und wahrscheinlich, aber keineswegs schon für erwiesen, dass das Eisen des Blutes die angedeutete Rolle bei der Respiration spiele. Welchen Nutzen aber das Eisen in den verschiedenen

Theilen des Körpers, in denen es gefunden worden ist, haben mag, ist noch weniger zu errathen, doch ist dabei zu bemerken, dass, wenn es z. B. im Gehirne, in den Muskeln und Knochen gefunden worden, es höchstwahrscheinlich nicht diesen Organen, sondern dem in ihnen noch zurückgebliebenen Blute angehörte. Eben so schwer ist der Nutzen des im Magensafte enthaltenen Chlorür oder Chlorid einzusehen. Lehmann schreibt ihm eine der fauligen Zersetzung der Speisen entgegenwirkende Kraft zu, indessen wird jener schon durch die Gegenwart des Pepsins und der Salzsäure vollkommen entgegengewirkt, wie auch Lehmann's sorgfältige Versuche über künstliche Verdauung darthun. Nach diesen blieben die Stoffe ohne Zusatz von Eisen lange in einer der natürlichen Körperwärme entsprechenden Temperatur ohne in faulige Zersetzung überzugehen. Das Eisen im Urin kann keinen Schluss über seine Bestimmung erlauben, denn hier angelangt, hat es bereits seine Function vollbracht und wird ausgeführt, und wenn von Thénard und Anselmino selbst im Schweisse Spuren von Eisen wahrgenommen worden sind, so giebt auch dieses keinen Aufschluss, sondern beweist nur die durchgängige Verbreitung des Eisens im Körper. Sonach bleibt künftigen Forschungen überlassen, die physiologische Function des Eisens im Körper in ein klares Licht zu stellen.

§. 22.

Mangan. So wie das Mangan in kleinen Mengen das Eisen durch die ganze Natur begleitet, so geht es auch mit demselben in den pflanzlichen und thierischen Organismus über. War aber schon die Menge des Eisens im Organismus nicht gross, so ist die des Mangans ganz unbedeutend zu nennen und dieses scheint nur zufällig mit dem Eisen eingeführt zu werden.

Mangan ist bis jetzt gefunden worden: in den Haaren von Vauquelin [1]), in den Gallensteinen von Bley [2]), in den Harnsteinen aus Rindern und Pferden von Wurzer [3]).

Nach Analogie kann man schliessen, dass das Mangan eben-

---

1) *Vauquelin, Annal. de chimie. LVIII.* 41. — 2) Bley, in Erdmann u. Marchand's Journ. für Chemie. I. 115. — 3) Wurzer, in Tromsdorf's N. Journ. II. 204.

falls als Oxyd und Oxydul im Körper sei, und wenn es überhaupt dabei eine Function übernimmt, dass es dann auch in dieser Beziehung sich dem Eisen ähnlich verhalte, überhaupt Stellvertreter des Eisens sei.

§. 23.

Arsen. Arsen ist in der neuern Zeit von Orfila [1]) und Devergie [2]) als integrirender Bestandtheil des Körpers, besonders der Eingeweide und der Knochen aufgestellt worden, konnte aber im Blute nicht nachgewiesen werden. In den Knochen ist es auch von Lehmann [3]) gefunden worden.

Die gefundenen Quantitäten waren stets ausserordentlich klein und ihr Eindringen in den Körper ist gewiss nur als zufällig zu betrachten und dadurch zu erklären, dass Arsen sehr leicht den Phosphor begleitet und Arsensäure der Phosphorsäure isomorphe Verbindungen eingeht, daher Arsen auch hauptsächlich in den Knochen als arsensaurer Kalk gefunden worden ist.

Eine besondere physiologische Wichtigkeit kann man demnach dem Arsen nicht beimessen.

§. 24.

Kupfer, Blei, Titan, so wie auch Brom und Jod sind einzelnen Chemikern bei Analysen des thierischen und menschlichen Körpers wohl bisweilen vorgekommen, allein diese Stoffe sind nur als zufällige Verunreinigungen der thierischen Masse zu betrachten und dadurch wohl zu erklären, dass Kupferkies und Bleiglanz, wenn auch in kleiner Menge, doch aber fast überall verbreitet sind und in die vom Menschen genossenen Vegetabilien übergehen. Nicht selten giebt auch der Gebrauch metallner Koch- und Essgeschirre Veranlassung zum Uebergange des Kupfers und Bleies in den Körper, stets aber wird die Natur streben, sie sobald als möglich wieder auszuscheiden.

Physiologische Bedeutung können die genannnten Stoffe nicht haben.

---

1) *Orfila, Annales d'Hygicine publ.* 1839. *Octbr.* 482. — 2) *Devergie, ibid. Juillet. p.* 163. — Lehmann, Physiol. Chemie. I. 157 u. 159.

§. 25.

Die wesentlichen organischen Stoffe des Körpers sind solche, welche Producte des pflanzlichen oder thierischen Chemismus sind, also in der unorganischen Natur nicht vorkommen und meistens aus drei Elementen: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, zu denen oft auch noch Stickstoff hinzutritt. Diese Stoffe zeigen sich stets flüssig oder festweich (gehen aus dem flüssigen Zustande in den festen über) und machen die wesentliche Grundlage aller thierischen Theile aus.

Man muss diese Körper eintheilen in stickstoffhaltige, denen ein gemeinschaftliches Radical, das Protein, zu Grunde liegt, und in stickstofffreie Körper, Fette, deren Radical noch nicht sicher ermittelt ist. Das Verhältniss dieser Körper zu den bis jetzt abgehandelten Stoffen ist ein doppeltes: 1) Mit einigen jener unorganischen Stoffe sind die Proteinkörper stets und überall verbunden, so dass man glauben muss, diese Verbindungen seien zu ihrer organischen Existenz wesentlich und nothwendig; dahin gehört Phosphor, Schwefel, Natron (vielleicht auch Kali und Kalk); 2) mit andern der genannten unorganischen Körper sind sie nur zu gewissen Zwecken verbunden, wie mit Fluor, Kiesel, Eisen u. s. w. Wenn also einer solchen Verbindung die letztgenannten Stoffe entzogen werden, so bleibt der organische Antheil immer noch was er war, Eistoff, Faserstoff u. s. w., wird ihr aber auch noch der Phosphor, Schwefel und das Natron weggenommen, so bleibt nur das organishe Radical, das Protein, übrig, der Eistoff und Faserstoff als solcher besteht nicht mehr.

Die Quelle dieser organischen Stoffe ist früher schon bei dem Chemismus der Pflanzen (S. 45) betrachtet worden. Wir haben dort gesehen, dass die Pflanzenwelt alle diese Stoffe für die Thierwelt zubereitet. Das Thier löst dieselben bei der Verdauung nur auf und modificirt sie in so fern, als es die aus einem gemeinschaftlichen Radicale hervorgehenden Stoffe in einander überführt, z.B. aus Eistoff den Faserstoff, Käsestoff u.s.w. bildet.

§. 26.

Protein. $C40\ H62\ N10\ O12$ Mulder, oder $C48\ H72\ N12\ O14$ Liebig, Scherer.

Das Protein, zuerst von Mulder [1]) dargestellt, ist als solches nicht im Körper vorhanden, sondern stets unter der Form des Eiweissstoffes, Faserstoffes, Käsestoffes u. s. w. mit noch andern unorganischen Stoffen verbunden; selbst in dem Fleische der Austern, wo Mulder es für rein hielt, hat Lehmann [2]) Schwefel und Phosphor entdeckt. Wenn wir uns nun eine grosse Menge thierischer Stoffe als Protein = Pr + H oder + S oder + Ph denken, so soll damit nicht gesagt sein, dass die Elemente wirklich in dieser Art zusammentreten, wirklich in dieser Art gruppirt sind, sondern diese Formel ist für uns nur ein Mittel, das Zusammentreten der Elemente uns zu versinnlichen. Wir haben an dem Protein einen Kern, um den herum wir die aus der Analyse gefundenen Elemente nach logischer Ordnung gruppiren. Denken wir uns die vier wesentlichen Elemente des Proteins, dazu noch Schwefel, Phosphor, alkalische und erdige Salze mit Wasser, so haben wir sieben bis acht Elemente, die in den verschiedensten Richtungen sich anziehen, sich gruppiren können; dieser Complex ist der mannigfaltigsten Metamorphosen fähig und kann daher ohne Aenderung der chemischen Aequivalente die verschiedensten physikalischen Erscheinungen und Eigenschaften zeigen.

Das reine Protein bildet eine harte, spröde, leicht pulverisirbare Masse von bernsteingelber Farbe, ohne Geruch und Geschmack, die aus der Luft Feuchtigkeit anzieht, im Wasser gallertartig anschwillt und grauliche, halb durchsichtige Flocken bildet. Im Wasser, Alkohol, Aether und in Oelen ist es unauflöslich, kann sich sowohl mit Säuren als mit Basen verbinden, schmilzt beim Erhitzen mit Zersetzung, bläht sich auf und giebt ohne Rückstand die gewöhnlichen Producte trockner Destillation thierischer Stoffe. Mulder [3]) hatte schon früher ein künstliches Oxyprotein dargestellt. Denselben Körper nebst einer niederen Oxydationsstufe, Bioxyd und Tritoxyd, hat neulich v. Laer [4]) und Schröder [5]) bei der Analyse der Haare aus chlorigsaurem Protein

---

1) *Mulder, Bullet. des sciences phys. et naturelles de Néerlande.* 1839. *T. I.* — 2) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 172. — 3) *Mulder, Bullet. des sciences phys. et naturelles de Néerlande.* 1839. *p.* 397. — 4) v. Laer, Annal. d. Chemie u. Pharmacie. XLV. 147. — 5) Schröder, ibid. XLV. 55.

dargestellt. Characteristisch ist das Verhalten des Proteins zur Salzsäure, indem es durch dieselbe erst gelb, dann blau gefärbt und aufgelöst wird; von Milchsäure wird es unverändert aufgelöst. Durch Kochen in Wasser wird Protein in zwei noch nicht näher untersuchte Stoffe zersetzt. Ueber das Verhalten zu andern Reagentien s. die Handbücher der Chemie und besonders die Abhandlung von Scherer, Annalen der Pharmacie von (Dumas, Graham) Liebig und Wöhler. 1841. p. 1.

Darstellung. Thier- oder Pflanzen-Albumin, Fibrin oder Casein wird, nachdem vorher durch Wasser, Alkohol und Aether die Extractionsstoffe und Fette, durch Salzsäure die Salze entfernt worden sind, in bis zu 50° C. erwärmter Kalilauge aufgelöst und daraus durch Essigsäure das Protein gefällt.

Ueber die Quelle des Proteins ist schon das Nöthige gesagt worden. Es wird ursprünglich von den Pflanzen bereitet, von dem Thiere nur aufgenommen und nach den verschiedenen Zwecken modificirt und verwendet.

Nutzen des Proteins. Da das Protein die Grundlage aller sticksoffhaltigen Gebilde (vielleicht mit Ausnahme des Leims) ist, so ist es überflüssig, von dem Nutzen dieses Stoffes zu sprechen, da ihn Jedermann sogleich einsehen muss. Die Art und Weise, wie wahrscheinlich aus dem Protein Eiweissstoff, Faserstoff, Casein, Pepsin u. s. w. hervorgeht, siehe bei diesen Stoffen.

§. 27.

Eiweissstoff, Eistoff, *Albumin.* Pr + Ph + S. Neueste Analyse nach Scherer [1]):

	Bluteiweiss.	Eiereiweiss.
C	55,279	55,000
H	7,040	7,073
N	15,677	15,920
O, S, Ph	22,004	22,007
	100,000	100,000

1) Scherer, in Wöhler u. Liebig's Ann. d. Chemie u. Pharm. XL. 31.

Der Eistoff findet sich am reichlichsten im Blute und in den Eiern. Sein Verhalten im frischen Zustande als Eiweiss ist bekannt. Man unterscheidet lösliches und unlösliches Albumin.

Das lösliche Albumin, vollständig ausgetrocknet, ist eine blassgelbliche, bernsteinähnliche Masse; gepulvert ist es weiss, übrigens geruch- und geschmacklos, reagirt weder sauer noch alkalisch, im Wasser quillt es zu einer durchscheinenden Gallerte auf, die nur allmählig in völlige Lösung übergeht, aus welcher es aber bei 75⁰ in weissen unlöslichen Flocken niedergeschlagen wird, nachdem die Lösung schon bei 60⁰ trübe geworden war. Getrocknet kann es ohne Zersetzung bis 100⁰ erhitzt werden. Durch verdünnten Alkohol wird der Eistoff zwar niedergeschlagen, aber durch concentrirten Alkohol und Aether erst in den unlöslichen Zustand übergeführt. Die meisten Säuren machen das Eiweiss unlöslich, doch lässt sich durch vorsichtiges Zutröpfeln ein lösliches schwefelsaures Albumin darstellen. Aetzende und kohlensaure Alkalien verbinden sich mit dem Albumin und verhindern dessen Gerinnung. Die wichtigsten Reagentien auf Albumin sind Quecksilberchlorid und salpetersaures Quecksilberoxydul. Kaliumeisen-Cyanür und Cyanid schlagen aus dem Blutwasser das Albumin nur nieder, nachdem durch einige Tropfen Essigsäure das freie Alkali gesättigt worden ist. Eine merkwürdige Eigenschaft des löslichen Eiweissstoffès ist, dass derselbe viermal mehr Zucker in Milchsäure verwandelt, als der unlösliche (Lehmann). Ein Beweis für die Verschiedenheit in der chemischen Action beider Formen.

Geronnenes unlösliches Albumin wird durch Niederschlagen des gelösten Eiweissstoffes gewonnen und stellt dann weisse, unregelmässige Flocken dar, die gut ausgetrocknet eine durchscheinende gelbliche Masse bilden, nicht oder nur sehr unbedeutend vom Wasser aufgelöst werden und beim Kochen sich wie Protein verhalten. Dieses unlösliche Albumin verbindet sich ebenfalls mit Säuren und Alkalien; die sauren Verbindungen sind im Wasser löslich, nur das schwefelsaure Albumin nicht. Von concentrirter Salzsäure wird es mit blauer, etwas in Purpur ziehender Farbe aufgelöst, das essigsaure Albumin wird durch Kaliumeisen-Cyanür weiss, durch Cyanid gelb nieder-

geschlagen, der Niederschlag ist in ätzenden Alkalien löslich. Die Alkalien lösen frisch gefälltes Albumin wieder auf und gehen damit eigene Verbindungen ein, die keineswegs dem früheren ungefällten Eiweisse gleich sind, Albuminate, die aber durch Metallsalze wieder niedergeschlagen werden, Metall-Albuminate, und selbst zum zweiten Male durch Alkalien gelöst werden können, Doppell-Albuminate.

Dass das Eiweiss nicht im geronnenen Zustande im Körper enthalten sei, ist mehr als wahrscheinlich.

Ueber die physiologische Bedeutung im folgenden Paragraph bei Fibrine.

§. 27.

Faserstoff, *Fibrine.* C400 H620 N100 O120 S1 Ph1 Mulder. Neueste Analyse nach Scherer:

Mittel von drei Analysen der Fibrine aus menschlichem Venenblute:

C	54,811
H	7,051
N	15,830
O, S, Ph	22,308
	100,000

Auch der Faserstoff ist in einer flüssigen löslichen und in einer geronnenen festen Modification zu betrachten.

Der flüssige Faserstoff ist in dem Blutwasser mit dem Eiweisse enthalten und von demselben durch Nichts unterschieden, denn nur indem er gerinnt, tritt der für uns bemerkbare Unterschied und die Möglichkeit weiterer Untersuchung hervor. Diese Gerinnung tritt sogleich ein, sobald der Faserstoff den Einfluss der im lebenden Körper wirkenden Potenzen entzogen wird. Sie kann durch Zusatz einer Zuckerlösung oder einer verdünnten Lösung eines schwefelsauren, salzsauren, salpetersauren oder essigsauren Alkali gehemmt und durch eine concentrirte derartige Lösung ganz gehindert werden. J. Müller [1])

[1]) J. Müller, Hdbch. der Physiologie des Menschen. Coblenz 1835. p. 107.

lehrt eine bequeme Methode, sich reinen Faserstoff durch Filtriren von Froschblut und Zusatz dünnen Zuckerwassers darzustellen. Das Blutwasser stellt dann ein wasserhelles, dickflüssiges, fadenziehendes Fluidum dar, in welchem sich erst nach einigen Minuten ein eben so helles Coagulum bildet, welches erst bemerkt wird, wenn man es mit einer Nadel hervorzuziehen sucht. Es findet sich in diesem Faserstoffe keine Spur von Kügelchen oder Blutkörperchen. Da der Faserstoff seine flüssige Form der Gegenwart von Alkalien verdankt, so ist es wahrscheinlich, dass bei der Gerinnung desselben Alkalien frei werden. Nasse [1]).

Der geronnene Faserstoff stellt im frischen Zusande eine feuchte, undurchsichtige, gelblichweisse, unregelmässig geformte, flockige oder faserige Masse dar, welche an der Luft von dem gewöhnlich noch anhängenden Blutrothe sich roth färbt. Getrocknet wird er hart, spröde, geruch- und geschmacklos, gelblich von Farbe, quillt im Wasser auf ohne sich zu lösen und wird durch Kochen wie Protein zersetzt. Faserstoff verbindet sich ebenso gut wie Albumin mit Säuren und Alkalien und ist ebenfalls von (phosphorsaurem) Kalk begleitet.

Unterschiede des geronnenen Eiweissstoffes und des Fasersoffes. Nach den angegebenen Analysen von Scherer hat Faserstoff eine grössere Menge Sauerstoff als der Eiweissstoff, aber weniger Kohlenstoff als dieser, was in physiologischer Beziehung von Wichtigkeit ist. Nach Mulder gehört Phosphor und Schwefel zur Constitution beider Stoffe, und Phosphor sowohl als Schwefel sind als solche chemisch mit Albumin und Fibrin verbunden, nur dass der Antheil des Schwefels beim Albumin grösser ist, als beim Fibrin (Alb. 0,68$\frac{0}{0}$, Fibr. 0,36$\frac{0}{0}$); die Menge des Phosphors ist in beiden Stoffen gleich (0,33$\frac{0}{0}$). Beide enthalten gewisse Mengen fester unorganischer Stoffe, vorzüglich Kalk, so dass Mulder geneigt ist, diesen mit in die Formel aufzunehmen; ferner Chlorsalze, schwefelsaure [Valentin [2])], phosphorsaure, kohlensaure Alkalien. Das Albumin soll nach dem Calciniren einen grösseren Rückstand geben als Fibrin.

---

1) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 157. — 2) Valentin, ibid. 427.

Andere Unterschiede sind noch folgende: Essigsäure löst Fibrin schwerer als Albumin; Salzsäure färbt Fibrin indigoblau, Albumin violett; frisch ausgewaschener Faserstoff zersetzt das Wasserstoffhyperoxyd, bildet Wasser, macht Sauerstoff frei ohne dabei selbst eine Veränderung zu erleiden, Eiweiss thut dieses nicht [nach Berzelius [1]) und von Hünefeld [2]) bestätigt]; in dem Blutwasser, nach der Gerinnung, schwimmen noch ganz bestimmt geformte, sehr kleine Faserstoffschollen herum, von einem ähnlichen Gebilde aus Albumin ist Nichts bekannt. Aether soll den Faserstoff niederschlagen, den Eiweissstoff aber nicht, doch ist dieses eine Täuschung, denn der Aether schlägt den Eiweissstoff nur darum aus dem Blutwasser weniger nieder, weil ihn das Wasser hindert seine volle Wirkung auf den Eistoff auszuüben.

Eine sehr schöne und sorgfältige Auseinandersetzung dieser Verhältnisse in allen ihren Beziehungen hat Nasse in R. Wagner's Handwörterbuche der Physiologie, Artikel Blut, gegeben.

Nutzen des Eistoffes und des Faserstoffes. In Bezug auf den Nutzen der hier betrachteten Stoffe ist es von grösster Wichtigkeit, dass der Faserstoff wahrscheinlich ein weiter vorgerücktes, reiferes Bildungsproduct ist, als der Eistoff, denn 1) in den Eiern findet man keinen Faserstoff; 2) zeigt der Faserstoff die grösste Neigung in feste Bildungen überzugehen, er ist also vorbereitet und jeden Augenblick bereit sich zur Bildung fester Theile verwenden zu lassen; 3) enthält der Faserstoff mehr Sauerstoff und weniger Kohlenstoff als der Eistoff, und wir haben oben schon gesehen, dass der Reichthum an Sauerstoff, wenn er nicht in das Radical eines Stoffes aufgenommen ist, eine Oxydation, also eine Zersetzung und Ausscheidung, vorbereitet. Diese Ansicht findet noch eine Stütze an den Resultaten der Scherer'schen Untersuchungen des Hornstoffes (vergl. Hornstoff). Indem wir aber annehmen, der Faserstoff sei eine weiter vorgerückte Stufe der Ausbildung als der Eistoff, so setzen wir zugleich Zwischenstufen voraus, die sich auch in manchen Formen und Verhältnissen werden finden lassen: 1) In dem Faserstoffe junger Thiere; Nasse [3]) sah, dass der Faserstoff junger Hunde

---

1) Berzelius, Thierchemie. 52. — 2) Hünefeld, Phhysiol. Chemie. I. 254. — 3) Nasse, a. a. O. 142.

beim Trocknen in niederer Temperatur ganz flüssig wurde, und Hünefeld bemerkte, dass der von jungen Rindern und Schafen unter Aether sich auflöste. 2) Die Pseudofibrine Magendie's gehört hierher. Dieser Forscher spritzte das seines Faserstoffes beraubte Blut wieder in die Adern des Thieres und es bildete sich ein Faserstoff, der jenem junger Thiere sehr ähnlich war; er war weit lockerer, zarter und weniger zur Gerinnung geneigt. 3) Faserstoff mit Wasser ohne Zusatz von Salzen wird mit der Zeit flüssig unter Entwickelung von Ammoniak, und diese Flüssigkeit verhält sich nach Liebig [1]) der Eiweissstoffauflösung ganz gleich. 4) Endlich lässt sich auch in dem Faserstoffe des erwachsenen Menschen und der Säugethiere eine ähnliche Stufenfolge nachweisen. Der Faserstoff des Chylus aus dem Milchbrustgange bei Pferden und Rindern bildet nur einen weichen, lockeren Kuchen, oft nur gallertartiges Gerinsel, beim längeren Stehen in dem Serum löst er sich leicht wieder auf; ferner ist es bekannte Thatsache, dass der Faserstoff des arteriellen Blutes rascher und viel fester gerinnt, als der des Venenblutes, somit ist der Faserstoff des Chylus am lockersten, dem Eistoff am ähnlichsten, fester der Faserstoff des Venenblutes und am festesten der des Arterienblutes. Ferner wird die venöse Fibrine von einer Salpetersolution unter Zusatz von $\frac{1}{50}$ kaustischem Kali aufgelöst, dem Eiweiss ähnlich, die arterielle Fibrine aber nicht. Nach Scherer [2]) soll dieser Unterschied auf dem Verhalten zum Sauerstoffe beruhen. Noch sind hier die Versuche von Fellenberg und Valentin [3]) über die Consolidation des Faserstoffes als von der höchsten Wichtigkeit zu erwähnen, denn sie bestätigen den Einfluss des Sauerstoffes auf das Deutlichste; ihr Endresultat ist: Bei der Consolidation des Faserstoffes im lebenden Körper, sei es bei der Ernährung der Organe oder bei der Bildung von krankhaften Exsudaten, wird unter dem Einflusse des Sauerstoffes aus dem Wasserstoffe Wasser gebildet, während der Faserstoff fest wird. Valentin drückt seine Ansicht mit folgenden Worten aus [4]): „oder

1) Liebig, Handwörterbuch der Chemie. I. 881. — 2) Scherer, Annalen der Chem. u. Pharm. XL. 1. — 3) Fellenberg und Valentin, J. Müller's Archiv. 1841. 542. — 4) Valentin, ibid. p. 558.

dass das Wasser, welches bisweilen durch die Consolidation des Faserstoffes schon unmittelbar entsteht, sich mit der Ernährungsflüssigkeit, die ohnediess schon durch die Präcipitation des Faserstoffes verdünnt wird, vermischt, um zum Theil die Organe mit Feuchtigkeit zu durchtränken, während der freie Wasserstoff in das Blut tritt und dort mit einer entsprechenden Menge des freien Sauerstoffes zu Wasser zusammengeht." Wasserstoff tritt also mit Sauerstoff aus der Verbindung, während Kohlenstoff und Stickstoff unverändert bleiben, wenn der Faserstoff zur Bildung der Organe verwendet, wenn er fest wird.

Nach diesen Bemerkungen kann der Nutzen des Faserstoffes nicht mehr zweifelhaft sein. Der Faserstoff ist das wichtigste Plasma, aus dem sich alle Bildungszellen absetzen. Er ist das Material, aus dem sich durch Gerinnung und Organisation die meisten festweichen Gebilde entwickeln: die grosse Masse der Muskeln (wobei wieder nicht zu vergessen, dass, je besser bei einer Thierklasse, Ordnung oder Familie die Respiration entwickelt ist, desto stärker die Muskulatur wird, z. B. bei den Vögeln), die elastischen Fasern, die Faserhäute u. s. w. Dass aber auch die chondrin- und collagengebenden Gebilde entweder aus dem Albumin oder aus dem Fibrin hervorgehen, haben Liebig [1]) und Scherer [2]) dargethan, indem sie bewiesen, dass auch diese Gebilde zu den Proteinkörpern gehören. Ein Gleiches hat Scherer noch in Bezug auf die Horngebilde gethan.

§. 28.

Käsestoff, *Casein.* Pr 10 + S Mulder.

Casein aus frischer Milch nach Scherer:

C	54,825
H	7,153
N	15,628
O, S	22,394
	100,000

1) Liebig, Thierchemie. 118. — 2) Scherer, in Wöhler und Liebig's Ann. der Chemie u. Pharmacie. XL. 31 u. 64.

Das Casein findet sich reichlich in den Saamenlappen der Papilionaceen; von thierischen Flüssigkeiten enthält es besonders die Milch, nur wenig oder gar keins das Blut. Von dem Albumin und Fibrin unterscheidet es sich dadurch, dass es keinen Phosphor enthält, durch Kochen nicht aus seiner Lösung niedergeschlagen wird, doch ist es in Wasser zu einer gelblichen, schleimigen Flüssigkeit lösbar, aus welcher Lösung es durch Essigsäure und Milchsäure niedergeschlagen wird; es ist in Alkohol zum Theil löslich und kann durch Verdunsten wieder daraus gewonnen werden, Säuren schlagen es aus dieser alkoholischen Lösung nicht nieder. Uebrigens scheint der Antheil der erdigen Stoffe im Casein grösser zu sein als im Albumin und Fibrin, denn Scherer erhielt 10% Asche.

Da der Käsestoff fast ausschliesslich in der Milch vorkommt, einer Flüssigkeit, die zur Ernährung der Neugebornen bestimmt ist, da er ferner so leicht löslich ist, die meisten Alkalien enthält und darum am wenigsten zur festen Gerinnung geeignet ist, so scheint er der am tiefsten stehende Proteinkörper zu sein, der nur in den weiblichen Brüsten zur Ernährung von Neugebornen ausgeschieden wird. Darauf würde, von den bis jetzt betrachteten Stoffen, das Albumin und das Fibrin zu stellen sein. Wenn nun aber der Neugeborne aus diesem Stoffe die andern Proteinkörper bildet, wo nimmt er den dazu nöthigen Phosphor her? Aus dem geringen Antheile phosphorsaurer Salze, die in der Milch enthalten sind?

Nutzen. Der Käsestoff liefert mit der Butter der Milch die erste Nahrung für den Neugebornen und ist ein leicht auflöslicher Proteinkörper, aus dem der kindliche Organismus sich leicht alle verwandte Formen, wahrscheinlich wie beim Faserstoff durch Aufnahme von Sauerstoff und Bildung von Wasser, darstellen kann, doch fehlt es uns hier noch an einer genauern Einsicht des Wandels der Stoffe. Auch zur Bildung der Knochen enthält der Käsestoff in seinen erdigen Bestandtheilen das nöthige Material. Ob der Phosphor in den phosphorsauren Salzen der Milch ausreicht, um die phosphorsaure Knochenerde und zugleich das phosphorhaltige Albumin und Fibrin der Weichtheile darzustellen, wäre Gegenstand einer besondern Untersuchung.

§. 29.

Globulin. Pr15 — S Mulder [1]) und Lehmann [2]).

Schwefelsaures Globulin nach Mulder:

C 54,11
H 7,17
N 15,70
O 20,52
S 2,50

Globulin ist eine eigne Modification des Protein, welche mit dem Hämatin, Blutfarbestoffe, die äussere feste Hülle der Blutkörper darstellt und von Simon [3]) mit zu dem Casein, von Lecanu zu dem Albumin gerechnet, von Berzelius, Mulder und Lehmann aus einleuchtenden Gründen aber besonders betrachtet wird. Das allein im Körper vorkommende lösliche Globulin unterscheidet sich nach Berzelius [4]) durch folgende Eigenschaften vom Albumin: 1) das Globulin ist unauflöslich in einer salzhaltigen Flüssigkeit, die Albumin aufgelöst enthält, aber löslich in reinem Wasser; 2) wenn eine Auflösung von Globulin in reinem Wasser bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt wird, so coagulirt es, das Coagulum bildet aber nicht Flocken oder einen zusammenhängenden Kuchen, sondern eine körnige Masse, die vom coagulirten Albumin ganz verschieden ist; 3) bei der Erhitzung schlägt sich erst das Albumin, dann das Globulin nieder. In Bezug auf den ersten Punkt giebt Nasse [5]) an, dass bei vorsichtigem Erwärmen Globulin sich mit Eiweiss in kochsalzhaltigem Wasser auflöse. Von dem Casein unterscheidet es sich dadurch, dass das durch Alkohol aus der wässerigen Lösung niedergeschlagene Präcipitat nicht im Wasser wieder löslich ist, und von der Fibrine, dass es keinen Phosphor und weniger Schwefel enthält, so wie durch die Form seines Coagulum.

Das unlösliche Globulin ist gewiss nirgends im lebenden Körper vorhanden, trocken bildet es eine weisse, halb durch-

1) Mulder, in Erdmann u. Marchand's Journal f. pract. Chemie. XIX. 189. — 2) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 200. — 3) Simon, Med. analyt. Chemie. I. 81. — 4) Berzelius, Thierchemie. 70. — 5) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 136.

scheinende Masse oder ein feines Pulver, ist ebenso wie die übrigen Proteinkörper ohne Geruch und Geschmack, wird ebenfalls durch Kochen im Wasser zersetzt und in kochendem Alkohol wenig gelöst. Vom Albumin unterscheidet es sich dadurch, dass es noch feucht sich leicht in Essigsäure auflöst und aus dieser Lösung durch Ammoniak niedergeschlagen wird.

Mulder bereitete reines Globulin durch Ausziehen des gefällten Globulins mit Alkohol und Aether, Lehmann stellte es aus der Krystallinse dar, indem er es durch Salzsäuse fällte, abwusch, in Wasser löste, wieder durch kohlensaures Ammoniak fällte und mit Wasser, Alkohol und Aether auswusch.

Nutzen. Da das Globulin 98,226% der Rinde der Blutkörper ausmacht, so kann man wohl glauben, dass der nächste Nutzen desselben eben in der Bildung der Blutkörper liege, dass es der Träger sei, durch welchen die Blutkörper ihre beim Eisen erwähnte und beim Blute näher auseinanderzusetzende Function vollbringen. Wie das Globulin, nachdem es gebildet worden, seine Function als Blutkörperchen vollbracht hat, wahrscheinlich in der Leber zu Albumin oder Fibrin wird, siehe in der speciellen Physiologie: Blut.

§. 30.

Leim, *Gluten*, *Colla*. Bei dem Leim müssen wir das Chondrin von dem Glutin unterscheiden. Beide Stoffe sind erst in der neueren Zeit durch Scherer [1]) und Marchand [2]) als zu den Proteinkörpern gehörig erkannt worden, sind aber nicht als Leim im lebenden Körper enthalten, sondern bilden sich erst durch Kochen mit Wasser aus gewissen Gebilden, welche Marchand daher Chondrigen und Collagen nennt.

Das Chondrin, der Knorpelleim, C48, H80, N12, O20 =C48, H72, N12, O14+H8, O6=1Pr+4Aq.+O2 Scherer, 10 (C32, H52, N8, O14)+S, Mulder [3]), dafür giebt Marchand [4]) C40, H62, N10, O17=Pr+O5, welche Formel sich

1) Scherer, in Wöhler u. Liebig's Ann. d. Chemie u. Pharmacie. XL. 49 sq. — 2) Marchand, in Erdmann u. Marchand's Journal für pract. Chemie. XXVII. 83. — 3) Mulder, Erdmann und Marchand's Journal für pract. Chemie XVII. 335. — 4) Ibid. XXVII. 83.

auf eine einfache Oxydation des Proteins reduciren lässt. Das Chondrin, von Joh. Müller[1]) zuerst unterschieden, wird durch anhaltendes Kochen der Rippenknorpel, Kehlkopf- und Gelenkknorpel gewonnen, aber auch die noch nicht verknöcherten Knochenknorpel und manche kranke Knochen, die sich dem weichen embryonalen Zustande nähern, geben Chondrin. Nach dem Abdampfen und Eintrocknen bleibt eine feste, spröde, durchscheinende, farblose, hornartig glänzende Masse zurück, die in kaltem Wasser aufquillt, in warmem sich auflöst und nach dem Erkalten eine Gallerte darstellt, in Alkohol, Aether, Fett und flüchtigen Oelen unauflöslich ist, durch Quecksilberchlorid und Platinchlorid niedergeschlagen wird, am empfindlichsten aber gegen Chlor und Gerbsäure ist. Die durch Säuren gewonnenen Niederschläge lösen sich im Ueberschusse des Fällungsmittels wieder auf, nur Essigsäure löst das Präcipitat nicht wieder auf. Kaliumeisencyanür macht aus salzsaurer Lösung keinen Niederschlag.

Der Knochenleim, das Glutin oder die Colla. C13, H20, N4 O5 (ohne S und Ph) Mulder. C48, H82, N15, O18. Ein Doppelatom Colla = C96, H164, N30, O36 = C96, H144, N24, O28 + H20, N6, O8 = 2 Pr + 3 N2, H6 + H2, O1 + O7 = 2 Protein + 3 Doppelatome Ammoniak + 1 Atom Wasser + O7, Scherer. — Da auch hier die Mulder'sche Formel sich nicht auf Protein reduciren lässt, so schlägt Marchand [2]) die folgende vor: C40, H62, N12, O15 = Pr + N2 + O3. Das Glutin wird vorzüglich aus Hautabfällen, Sehnen, Schwimmblasen und aus der knorpeligen Grundlage der Knochen nach Entfernung der Knochenerde gewonnen. Getrocknet stellt es ebenfalls eine brüchige, feste, durchscheinende, gewöhnlich etwas gelbe Masse dar, die in kaltem Wasser aufquillt, in heissem sich löst und beim Erkalten gallertartig gerinnt. Alkalien, Säuren und Kaliumeisencyanür schlagen es nicht nieder.

Um sowohl das durch Kochen erhaltene Chondrin, als auch die Glutingallerte möglichst rein zu bekommen, wird es, wenn es getrocknet, nach Berzelius in Wasser eingeweicht, dieses

---

1) Joh. Müller, Hdbch. der Physiologie. 1838. I. 138. — 2) Marchand, in Erdmann u. Marchand's Journal für pract. Chemie. XXVII. 86.

öfters erneuert, worauf man es, wenn das Wasser nicht mehr gefärbt wird, zerdrückt und in einem leinen Sacke in die Oberfläche einer grössern Menge Wasser von 14⁰ R. aufhängt, wodurch die noch rückständigen löslichen Substanzen allmälig sich am Boden des Gefässes ansammeln und der Leim oben von reinerm Wasser umgeben wird. Wird alsdann der aufgeweichte Leim, ohne Zusatz von Wasser, bis zu + 34 R. erwärmt, so wird er flüssig und erhält man die Lösung bei dieser Temperatur, oder noch besser bei ungefähr + 50 R., so lässt er sich filtriren und die farblos durchgehende Lösung lässt nun auf dem Papiere coagulirtes Albumin und ungelöste schleimige Theile zurück.

Da bei der Bildung des Chondrins und der Colla aus den angegebenen Geweben keine Gasentwickelung zu bemerken ist, eben so wenig unter Zusatz von wenig Säure irgend eine Salzbildung bemerkt werden kann, überhaupt weder der Zutritt noch der Austritt eines Elementes auch bei der sorgfältigsten Beobachtung wahrgenommen wird, so kann man sich die Entstehung des Leims nur aus einer verschiedenen Gruppirung der Elemente erklären, auf welche wir in der Betrachtung der Unterschiede zwischen unorganischen und organischen Körpern, sowie in der Einleitung zum thierischen Chemismus aufmerksam gemacht haben. Dieselben Elemente mit denselben Mengenverhältnissen, wie sie in den Knorpeln, Sehnen, Häuten etc. enthalten waren, treten bei der Leimbildung in anderer Ordnung zusammen und stellen dadurch einen Körper dar, der in seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften von jenen Stoffen, aus denen er bereitet wurde, ganz abweicht. Daher war es möglich, dass Chevreul aus 200 Gram. Sehnen auch 200 Grm. Leim erhalten konnte.

Da in den noch nicht verknöcherten Knorpeln des Fötus sich Chondrin, in der knorpeligen Grundlage der verknöcherten Knochen aber Glutin findet, so muss man mit Recht schliessen, dass aus Chondrigen das Collagen hervorgehen könne. Da nun aber die Proteinverbindungen die Stoffe sind, aus denen sich alle Theile des Körpers bilden, so fragt es sich, ob und in welcher Art auch die in der elementaren Mischung so abweichenden Leimgebilde aus denselben hervorgehen können. Da Mulder's Formel des Chondrins sich nicht mit dessen Formel des Proteins in Ver-

bindung bringen lässt, so schlägt Marchand die angegebene Formel vor, nach welcher Chondrigen sich den Proteinverbindungen mehr anreiht; dann würde zu 10 At. desselben 1 Schwefel treten, um Collagen darzustellen. Durch die Ablagerung der Knochenerde wird nun ein neuer Stoffwechsel eingeleitet und das Chondrigen in Collagen, das keinen Schwefel enthält, übergeführt. So wie nach Marchand's Formel Chondrigen durch einfache Oxydation des Proteins entsteht, eben so würde durch weitere Oxydation der Schwefel des Chondrigens bei der Verknöcherung in Schwefelsäure übergehen, diese durch Kalk gesättigt und abgeführt und so zugleich das Chondrigen in Collagen umgewandelt werden. Ob nun gleich aus diesen Formelzusammenstellungen hervorgeht, dass die eigentliche Umwandlung des Proteins in Chondrin und Glutin noch nicht genau erkannt ist, so nutzen sie der physiologischen Einsicht doch so viel, dass wir uns die Entstehung der leimgebenden Gebilde einstweilen so erklären können, ohne zu einer wunderbaren, unmittelbaren Lebensthätigkeit unsere Zuflucht nehmen zu müssen. Schon Liebig[1]) hat dargethan, dass zwar aus Leim kein Protein dargestellt, jener aber aus diesem abgeleitet werden kann.

Nutzen der leimgebenden Gebilde. Die bleibenden Knorpel sind hauptsächlich durch ihre Elasticität nützlich, daher sie bald das Zusammensinken stets offener Canäle verhindern (Kehlkopf, Bronchien), bald durch Muskeln bewegte Theile wieder in ihre Lage bringen (Rippenknorpel), bald den Stoss und die Reibung der Knochenenden mässigen und aufheben (Gelenkknorpel). Andere leimgebende Gebilde dienen ihrer Festigkeit wegen gleichsam als Schnuren für die das Skelett bewegenden Muskeln (Sehnen), andere derartige Gebilde in häutiger Ausbreitung dienen zum Schutz wichtiger Theile (Sehnenhäute) oder des ganzen Körpers (Corium); an andern Stellen scheinen die leimgebenden Gebilde mehr auf chemische Weise nützlich zu sein, indem sie den Umsatz oder die Ablagerung anderer Stoffe begünstigen (Knochenknorpel). Ueberhaupt sagt Liebig[2]): „Keine mehr als die Pro-

---

1) Liebig, Thierchemie. 118. — 2) Ibid. 101.

ducte, welche durch die fortschreitende Zersetzung der leimgebenden Gebilde erzeugt werden, besitzen in so hohem Grade die Fähigkeit, in andern Stoffen eine Umsetzung ihrer Bestandtheile hervorzurufen." Dieser Satz findet allerdings nur seine Anwendung, nachdem die betreffenden Theile, z. B. Kälbermagen, getrocknet gewesen und wieder erweicht worden sind, und kann folglich nicht direct auf den lebenden Körper angewendet werden; allein er zeigt doch eine Eigenthümlichkeit dieser Gebilde, die den Schluss erlaubt, dass sie im lebenden Körper nicht nur durch ihre physikalischen, sondern auch durch ihre chemischen Eigenschaften wirksam sind. Das Wie? dieser Wirksamkeit ist freilich jetzt noch nicht zu bestimmen.

§. 31.

Hornstoff, *Keratin*. $C48\ H78\ N14\ O17 = C48\ H72\ N12\ O14 + H5\ N2\ O3$ = 1 At. Protein + 1 Doppelatom Ammoniak + O3. Scherer[2]).

Der Hornstoff ist an der innern und äussern Oberfläche des Körpers ausgebreitet, erstreckt sich in alle Verlängerungen und Einstülpungen dieser Flächen mit hinein und bildet die Epithelien, die Epidermis, die Haare, Nägel, Hörner. Erst in der neuern Zeit ist dieser Stoff als ein Proteinkörper von Liebig, Scherer erkannt und in den Haaren von v. Laer[1]) genauer untersucht worden. Dieser Stoff scheint die letzte mögliche Proteinform zu sein, welche in Form von Zellen auf der Oberfläche aus dem dem flüssigen Faserstoff ähnlichen Plasma abgeschieden wird; diese Zellen platten sich ab und bilden entweder eine einfache oder doch sehr schwache Lage, die noch sehr weich bleibt, Epithelium, oder sie liegen in zahlreichen Schichten übereinander, von denen die äussern sich zu Schuppen oder Platten oder zu grössern Massen anhäufen und verhärten, so dass die frühere Zellform ganz geschwunden zu sein scheint: Epidermis, Nägel, Hörner. Während die einzelne Zelle in der Tiefe durch Intussusception bis zu einem gewissen Punkte fortwächst, vergrössert sich das

---

1) Scherer, in Wöhler und Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie. XL. 31. — 2) v. Laer, ibid. XLV. 147.

Ganze durch Apposition vieler solcher Zellen, indem die neugebildeten die ältern schon verhärteten vor sich herdrängen.

Wenn das Plasma, aus dem sich die Horngebilde entwickeln, dem Faserstoff ähnlich ist, wie zu vermuthen steht, so könnte man sich den chemischen Vorgang bei der Verhornung als eine weiter gehende Oxydation denken, durch welche aus 2 At. Protein unter Bildung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak 1 At. Keratin entstünde.

Keratin wird von Wasser, Weingeist und Aether nicht, wohl aber von Aetzkali und von Schwefelsäure (Haare mit rother Farbe) aufgelöst. Diese sowie andere Mineralsäuren lösen diese Gebilde unter Zersetzung auf und die Auflösung wird durch Kaliumeisencyanür nicht gefällt.

Der Nutzen der Horngebilde auf der innern und äussern Fläche des Körpers ist ein sehr wichtiger; sie schützen den Körper durch ihre Undurchdringlichkeit gegen die schädlichen Einflüsse der Nässe und Kälte und als Nichtleiter der Electricität isoliren sie gleichsam den Körper. Der Nutzen der Haare, Nägel und Hörner ist allbekannt.

§. 32.

Proteinoxyde. Auch diese wahrscheinlich für die Physiologie des Stoffwechsels höchst wichtigen Körper sind erst in neuester Zeit von dem um die physiologische Chemie so hochverdienten Mulder zum Theil erst entdeckt, zum Theil aber genauer erforscht worden.

Nachdem früher schon Berzelius [1]) bemerkt hatte, dass sich durch anhaltendes Kochen Fibrin und Albumin theilweise auflöse, glaubte Bouchardat [2]) aus Fibrin von Pseudomembranen Leim erhalten zu haben und Mulder selbst trat früher dieser Meinung bei. Da sich jedoch ergab, dass Bleisalze den lange gekochten Leim nicht niederschlagen, während die andern Reagentien sowohl auf Leim als auf Proteinkörper schliessen liessen, so nahm Mulder diesen Gegenstand aufs Neue wieder vor und unterwarf ihn einer sorgfältigen Prüfung.

---

1) Berzelius, Thierchemie. 51. — 2) *Bouchardat*, *Compt. rendu.* 20. *Juin* 1842, *p.* 962 und Annalen der Chemie. XLIII. 120.

Ein Schuler Mulder's, v. Baumhauer, machte die Untersuchung. Derselbe erhielt durch viertelstündiges Kochen der Entzündungshaut eines Pleuritischen:

einen im Wasser löslichen Stoff	14,2
einen im Wasser unlöslichen Stoff	85,8
	100

Die Entzündungshaut enthält demnach neben Fett und Albumin einen im Wasser löslichen und einen im Wasser unlöslichen Stoff (letzterer bis jetzt noch nicht untersucht); beide sind Oxyde des Proteins, die man auch durch langes Kochen desselben im Wasser unter Zutritt der Luft erhalten kann, doch in dem vorliegenden Falle, in der Entzündungshaut, sind sie nicht durch Kochen gebildet, denn ein viertelstündiges Kochen reicht nicht hin, um sie darzustellen und die Analyse der ganzen Kruste lehrt auch, dass sie nicht erst durch das Kochen entstanden sind.

Durch 40stündiges Kochen erhielt Mulder aus Fibrin und Albumin aber auch jene beiden Stoffe, nehmlich:

	Fibrin.	Albumin.
im Wasser unlöslich	79,33	63,08
im Wasser löslich	20,67	36,92

Das wässerige Extract wurde nun abgedampft und mit Alkohol gekocht; man erhielt:

	Fibrin.	Albumin.
ungelöst	59,3	66,0
gelöst	40,7	34,0

Hieraus schloss früher Mulder, dass es keine Eigenschaft des Leimes, der viele Stunden gekocht hat, gebe, die an diesem in Alkohol unlöslichen Körper nicht wieder gefunden würde. Dazu kam noch eine alte Erfahrung Gmelin's, die neuerdings von Wöhler und Vogel[1]) bestätigt worden ist, dass nehmlich Albumin und Fibrin beim Erhitzen mit wenig Wasser in verschlossenen Röhren ganz aufgelöst wird. Doch Berzelius schloss schon aus dem Fleischgeruche und Geschmacke einer solchen Abkochung, dass sie nicht blos Leim enthalten könne, und wie schon bemerkt, wurde Mulder durch die Reaction der Bleisalze auf

1) Wöhler, Annalen der Chemie. XLI. 238—239.

den Unterschied aufmerksam gemacht. Bei der nun vorgenommenen Untersuchung stellten sich folgende Beobachtungen heraus: Wenn Albumin oder Fibrin mit Wasser unter Zutritt der Luft gekocht werden, so erhält man schon nach den ersten 4 Stunden einen im Wasser löslichen und einen im Wasser unlöslichen Stoff, wird nun das Kochen noch 4 Stunden fortgesetzt, so hat sich noch mehr löslicher Stoff gebildet und der unlösliche Theil ist ärmer an Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, reicher an Sauerstoff und bei fernerem Kochen stellt sich ein festes Verhältniss heraus, sowohl für den löslichen als für den unlöslichen Stoff.

Der beim Kochen von Albumin oder Fibrin gelöste Theil, abgedampft, mit Alkohol ausgezogen und mit kaltem Wasser behandelt, ist fast ganz darin auflöslich, er enthält ebenfalls weniger Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, aber mehr Sauerstoff als das Protein. Dieser Stoff bleibt nun derselbe, er mag aus der Entzündungshaut, oder durch Kochen aus Fibrin, oder im Papinschen Digestor, oder durch längeres Kochen von Eiweiss erhalten sein, er hat immer dieselbe Zusammensetzung, nehmlich;

40	At.	Kohlenstoff	51,45
64	-	Wasserstoff	6,72
10	-	Stickstoff	14,92
16	-	Sauerstoff	20,93

Das ist das Tritoxyd des Proteins, d. h. ein Körper, der 3 Atome mehr Sauerstoff aufgenommen hat, als das Protein, und den man auch erhält, wenn man eine Auflösung von Albumin, Fibrin und wahrscheinlich auch Casein mit Chlor behandelt, den flockigen Niederschlag mit Ammoniak übergiesst, abdampft und mit Alkohol auszieht, der den Salmiak entfernt, während C 40 H 64 N 10 O 15 + H 2 O zurückbleibt. Dieses Tritoxyd des Proteins löst sich in kaltem Wasser, aber nicht in Alkohol, Aether, flüchtigen oder fetten Oelen auf, wird durch die meisten stärkern Säuren, durch Gerbsäure, Sublimat, Chlorwasser, neutrales und essigsaures Bleioxyd niedergeschlagen, durch Kali, Natron und Ammoniak aber langsam aufgelöst.

Der beim Kochen von Fibrin unlöslich zurückbleibende Körper ist ebenfalls von constanter Zusammensetzung.

Scherer[1]) hat schon auf ihn aufmerksam gemacht und v. Laer[2]) hat ihn in den Haaren nachgewiesen; seine Zusammensetzung ist wie folgt:

40 At.	Kohlenstoff	53,36
62 -	Wasserstoff	6,75
10 -	Stickstoff	15,45
14 -	Sauerstoff	24,44

Dieses ist das Bioxyd des Proteins, es wird unter Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs zuerst aus Protein gebildet und aus ihm entsteht durch weitere Aufnahme von Sauerstoff das schon beschriebene Trītoxyd.

In Bezug auf die Bildung dieser Oxyde unterscheidet sich das Albumin von dem Fibrin dadurch, dass es beim Kochen nicht zuerst Bioxyd, sondern sogleich Tritoxyd des Proteins giebt. Das Ungelöste ist unverändertes Albumin.

Ueberblicken wir noch einmal das Gesagte, so bemerken wir folgende Thatsachen: Bei kurzem Kochen des Fibrin entsteht das Tritoxyd, beim langen Kochen werden aber beide Oxydationsstufen gebildet; Albumin giebt, wie schon bemerkt, nur das Tritoxyd; beide Oxydationsproducte kommen stets im Blute vor, sie bilden sich in den Lungen aus Fibrin durch Zutritt des geathmeten Sauerstoffes; im Entzündungszustande ist die Menge des Oxyproteins vermehrt, denn die Hauptmasse der Entzündungshaut bilden die beiden Oxyde des Proteins.

(Vergleiche auch Schröder über das Proteinoxyd in den Annalen der Chemie und Pharmacie. XLV, 55—61.)

Aus diesen Thatsachen lassen sich nachstehende Folgerungen ziehen:

1) Da beim Kochen des Fleisches auch diese beiden Oxyde gebildet werden müssen, so muss auch das lösliche Tritoxyd in das wässerige Fleischextract mit übergehen, es ist also dieses Extract nicht, wie man bis jetzt anzunehmen geneigt war, nur reiner von der Stoffmetamorphose herrührender Ausscheidungstoff.

2) Aus diesen Untersuchungen und aus der schon von Sche-

1) Scherer, in Wöhler u. Liebig's Ann. der Chemie u. Pharmacie. XL. 60 u. 160. — 2) v. Laer, ibid. XLV. 147.

rer bemerkten Neigung des Fibrins, Sauerstoff aus der Luft anzuziehen, geht hervor, dass Protein im Blute wirklich höher oxydirt werden kann, an welcher Oxydation aber das Albumin wahrscheinlich keinen Antheil nimmt.

3) Da die Menge des beim Athmen aufgenommenen Sauerstoffes so gross ist, dass sie von dem Hämatin unmöglich gebunden werden kann, so ist nach Mulder als erwiesen zu betrachten, dass das Fibrin ebenfalls als Träger des Sauerstoffes im Blute zu betrachten sei.

4) Bei beschleunigtem Athmen in Fiebern, Entzündungen, nach körperlichen Anstrengungen bildet sich eine grössere Menge Oxyprotein, welches dann zur Bildung von Pseudomembranen etc. im Körper und der Entzündungshaut auf dem aus der Ader gelassenen Blute Gelegenheit giebt.

5) Da aus chemischen Analysen bekannt ist, dass einige Proteinkörper, wie Chondrin, Keratin, mehr Sauerstoff enthalten, als das Protein, so dürften diese Körper aus den Oxyden des Proteins, wenn anders die Oxyde nicht etwa beim Durchgange durch die Capillaren wieder in Albumin und Fibrin verwandelt worden, dargestellt werden.

Der Nutzen dieser Proteinoxyde würde demnach darin bestehen: 1) Neben dem Hämatin, besonders neben dessen Eisen, als Träger des Sauerstoffes im Blute aus den Capillargefässen der Lunge in die Capillargefässe des Körpers zu dienen. 2) Werden sie in den Capillargefässen des Körpers entweder zu gewissen sauerstoffreichen Gebilden, als Chondrin, Keratin, verwendet, oder sie geben ihren Sauerstoff an die schon vorhandenen Proteingebilde, Zellen ab und diese erleiden unter Mitwirkung ihrer metabolischen Kraft, durch die Aufnahme des Sauerstoffes eine höhere Oxydation, die Zelle verhornt, der Stoffwechsel ihres Inhaltes wird geringer, hört auf und die Zelle muss sich abplatten.

§. 33.

Nachdem wir so die stickstoffhaltigen Proteingebilde kurz betrachtet haben, theilen wir hier zur Uebersicht noch zwei Ta-

bellen von Liebig [1]) mit, um einen raschen Ueberblick über diese Formationen zu gewinnen:

Protein	$C_{48}\ N_{12}\ H_{72}\ O_{14}$
Albumin	$C_{48}\ N_{12}\ H_{72}\ O_{14} + P + S$
Fibrin	$C_{48}\ N_{12}\ H_{72}\ O_{14} + P + 2\ S$.
Casein	$C_{48}\ N_{12}\ H_{72}\ O_{14} + S$
Colla, Sehnen	$C_{48}\ N_{15}\ H_{82}\ O_{18}$
Chondrin	$C_{48}\ N_{12}\ H_{80}\ O_{20}$
Haare, Horn	$C_{48}\ N_{14}\ H_{78}\ O_{15}$

oder

	Protein.	Ammoniak.	Wasser.	Sauerstoff.
Fibrin	Pr			
Albumin	Pr			
Chondrin	Pr	. . . . . .	$+ 4 H_2O$	$+ 2 O$
Haare, Horn	Pr	$+ N_2H_6$	. . . . .	$+ 3 O$

Doch müssen wir hier ausdrücklich darauf aufmerksam machen, was über die Bedeutung des Proteins (S. 94) gesagt worden ist, dass wir uns dasselbe nicht als einen im Körper enthaltenen Stoff zu denken haben, sondern dass es für uns gleichsam eine Formel giebt, durch deren Modificationen wir uns die verschiedenen stickstoffhaltigen Gebilde entstanden denken, die sich aber doch durch Kunst wirklich darstellen lässt.

§. 34.

Fett, *Pinguedo.* Fette finden sich sowohl in dem Pflanzen- als Thierkörper sehr reichlich und zwar sind gewöhnlich mehrere unter sich wenig verschiedene Arten mit einander gemischt.

Eigenschaften. Einige Fette sind in gewöhnlicher Temperatur flüssig, andere fest, die meisten schmelzen bei 100°, in der Kälte krystallisiren sehr viele zu glänzenden Schuppen, im reinen Zustande sind sie ohne Geruch und Geschmack, leichter als Wasser und machen auf Papier einen durchsichtigen Fleck.

Im Wasser sind sie nicht auflöslich, wohl aber in kochendem Alkohol und in Aether oder flüchtigen Oelen, aus dem Alkohol schlagen sie sich beim Erkalten wieder heraus. Sie sind

---

1) Liebig, Thierchemie. 115.

weder sauer noch alkalisch, werden aber an der Luft leicht in Fettsäuren verwandelt, die dann mit den Alkalien die Seifen darstellen.

Die Fette bestehen aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit wenig Sauerstoff. Menschenfett: C 79,000
H 11,416
O 9,584

Sowie in den stickstoffhaltigen Körpern das Protein als Basis gedacht wird, so liegt gewiss auch den Fetten eine gemeinschaftliche Formel zu Grunde, die durch den Zutritt anderer Elemente modificirt wird. Von den Fettsäuren suchte schon Lecanu[1]) eine Reihenfolge der Zusammensetzung und Dumas[2]) brachte sie bis auf wenige Lücken zustande. Er ging dabei von der Margarinsäure = C34 H68 O4, aus, verminderte den Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt stets um gleiche Aequivalente: C2 H4, und erhielt so 17 Stufen, von denen die letzte, C2 H4 O4, die Ameisensäure ist. Freilich fehlen noch 5 Stufen in dieser Reihe, doch diese werden gewiss noch gefunden werden.

Aber auch die organische Basis, mit der sich diese Säuren verbinden, das Scheel'sche Glycerin, ist einer genaueren Elementaranalyse unterworfen worden. Chevreul bestimmte sie schon: C3 H6 O2, Pelouze bestätigte sie. Stenhouse[3]) wich davon ab und gab die Formel C3 H4 O. Jac. Berzelius[4]) machte wahrscheinlich, dass dieses nicht Glycerin sei, sondern dass dieser Körper, wie der basische Körper in den zusammengesetzten Aetherarten, beim Freiwerden in Gegenwart von Wasser sich in Glycerin umgewandelt habe und betrachtet das Glycerin von Stenhouse als das Oxyd des eigentlichen Radicals C3 H4, welches er *Lipyl* (*λιπος pinguedo*) nennt und jenen Körper Lipyloxyd, das beim Freiwerden mit 2 At. Wasser das Glycerin = C6 H4 O5, darstellt und in den Fetten mit den Fettsäuren verbunden ist. — Bestätigte sich bei fernerer Untersuchung Berzelius An-

---

1) *Lecanu, Ann. de Chimie et de Phys.* 1837 *Octbr.* 154. — 2) *Dumas, Comptes rendues XV.* 935. — 3) Stenhouse, Annalen der Chemie und Pharmacie. XXXVI. 50. — 4) Berzelius, Archiv für Pharm. II Reihe XXXIV. 257. 260.

gabe, so wäre auch für die Fette ein Analogon des Proteins gefunden, welches wie dieses der mannigfaltigsten Modificationen fähig wäre.

Quellen des Fettes. In Bezug auf diese stehen sich jetzt zwei Meinungen gegenüber; denn während Dumas[1]) und Lehmann[2]) glauben, dass alles Fett dem Thierkörper von aussen zugeführt werde und dieser Amylum, Zucker etc. nicht in Fett verwandeln könne, lehrt Liebig[3]), dass letztgenannte Stoffe wohl zur Bildung des Fettes mit verwendet werden, und widerlegt die ihm von Dumas gemachten Einwürfe mit so einleuchtenden Gründen, dass man wohl seiner Ansicht beitreten muss. Doch gehen wir kurz den Quellen selbst nach. Die Beobachtung hat gelehrt, dass nicht allein die Chylusgefässe der mit trockenem Futter gefütterten Herbivoren viele Fettkügelchen enthalten (wie deren Tiedemann und Gmelin bei dem Pferde bemerkten und ich beim Pferde und Caninchen sah), sondern Simon[4]) hat auch in dem Pfortaderblute einen reichlichen Antheil (1,66%) von Fettkügelchen, d. i. bestimmt mehr als im Venen- und Arterienblute, gefunden und man kann um so mehr annehmen, dass dieses Fett aus dem Amylum des trockenen Futters gebildet worden sei, als es dazu nur des einfachen Abtretens von Sauerstoff bedarf, denn das Verhältniss von Kohlenstoff und Wasserstoff bleibt sich gleich. Auch findet man von dem genossenen Amylum keine Spur im Blute. Ehe wir uns aber für eine Meinung entscheiden, fragen wir erst, ob der Apparat in den Darmzellen so ist, dass sie eine einfache Umwandlung des Amylum und Zuckers in Fett als möglich oder wahrscheinlich erscheinen lassen. Valentin[5]) machte zuerst, dann R. Wagner[6]) darauf aufmerksam, dass man sich die Zellen des Darmkanales als umgestülpte Drüsenbälge denken könne, deren Ausführungsgang das Chylusgefäss sei. Letzteres liegt allerdings in der Mitte der Zelle und wird von einem dichten Netze seiner Capillargefässe umgeben. Siehe Tab. III. Fig. 18.

1) *Dumas, Annales de Chimie et de Phys. Trois. Serie. IV.* 208 *u. VIII.* 63. — 2) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 278. — 3) Liebig, Thierchemie. 302. — 4) Simon, Med. analyt. Chemie. I. 114. — 5) Valentin, J. Müller's Archiv. 1839. p. 176. u. R. Wagner's Hdwörterb. I. 147. — 6) R. Wagner, Lehrb. der Physiologie. I. 170. 196. 212.

Nehmen wir nun an, es dringe aufgelöstes Amylum oder Zucker durch Imbibition ein, so kann es recht füglich einen Theil seines Sauerstoffes an den bei der Stoffmetamorphose auch hier stets frei werdenden Wasserstoff oder Kohlenstoff abgeben und Wasser oder Kohlensäure bilden, die dann mit dem Venenblute fortgeführt werden; dieses ist um so mehr zu glauben, als die Amylum- oder Zuckerlösung die Capillargefässe erst passiren oder an ihnen vorbeidringen muss, ehe sie zu den Lymphgefässen gelangen kann. Wenn sie also bis zu denselben vorgedrungen ist, muss sie ohnstreitig von dem hier wie überall im Körper stets regen Stoffumsatze berührt werden. Die Folge einer solchen Berührung kann aber keine andere als Abgabe eines Theiles des Sauerstoffs sein, denn dieser wird von dem bei der Stoffmetamorphose frei werdenden Kohlenstoff und Wasserstoff sehr kräftig angezogen, es bleibt also höchst wahrscheinlich die im Fett bestehende Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zurück, welche nun als Secretionsproduct durch das Chylusgefäss abgeführt wird. Endlich ist hier noch zu erwähnen, dass nach den bekannten Erfahrungen Tiedemann's und Gmelin's der Genuss des Fettes längere Zeit ausgesetzt werden kann, wenn dafür Zucker oder Amylum genossen wird, wie ja auch nach Gundelach's[1]) Untersuchungen die Bienen aus dem zuckerreichen Honig das Wachs bereiten. Wir geben hier noch das elementare Verhältniss des Amylum und des Menschenfettes, um die Möglichkeit dieser Metamorphose recht deutlich zu machen.

Menschenfett nach Chevreul	C 79,000	H 11,416	O 9,584
Amylum	C 44,91	H 6,11	O 49,98

Eine andere Frage ist nun, ob nicht auch stickstoffhaltige Materien zur Fettbildung verwendet werden können. Die gewöhnliche Beobachtung scheint dafür zu sprechen, denn wir sehen, dass mit fettlosem Fleische gefütterte Hunde dennoch Fett ansetzen und von chemischer Seite stehen einer solchen Ansicht auch keine gewichtigen Gründe entgegen, und mit Valentin[2])

---

1) Gundelach, Naturgeschichte der Bienen. Cassel 1842, im Auszuge in Liebig's Thierchemie. 307. — 2) Valentin, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. I. 448.

kann man sich die Sache so denken: Im Darmkanale treffen Galle und Protein zusammen; verbinden sich nun 1 At. Protein und 1 At. Kohlensäure und nehmen bei ihrem Durchgange durch die Substanz der Darmzotte 3 At. Wasser und 12 At. Sauerstoff auf, so haben wir die Elemente von 6 At. Elain, $3\frac{1}{2}$ At. Harnstoff und 13 At. Kohlensäure. Der Harnstoff und die Kohlensäure würden mit dem Venenblute fortgeführt werden, während Elain bis zu dem Chylusgefässe vordringen würde. Liebig leitet die Entstehung des Fettes aus Amylum in folgender Art ab:

Hammeltalg, Menschenfett, Schweineschmalz enthalten nach den Analysen Chevreul's 79 p. C. Kohlenstoff auf 11,1 p. C. 11,4 p. C. 11,7 p. C. Wasserstoff.

Das Amylum enthält auf . . . 44,19 Kohlenstoff 6,11 Wasserstoff.
Der Zucker und das Gummi auf 42,58 - 6,37 -

Diese Zahlen aber, welche das relative Gewichtsverhältniss des Kohlenstoffes und Wasserstoffes im Amylum, im Zucker und Gummi ausdrücken, stehen zu einander in demselben Verhältnisse, in welchem die Zahlen des Kohlenstoffes und Wasserstoffes in den verschiedenen Fetten stehen:

$$44{,}91 : 6{,}11 = 79 : 10{,}99$$
$$42{,}58 : 6{,}37 = 79 : 11{,}8$$

so dass durch einfaches Austreten von Sauerstoff Amylum, Zucker und Gummi in Fett übergehen können.

Höchst wichtig ferner für die Umwandlung des Zuckers in Fett sind die Erfahrungen von Pelouze und Gélis[1]). Diese Chemiker beobachteten einen neuen Gährungsprocess, in dessen Folge unter Entwickelung von Wasserstoffgas an die Stelle des verschwindenden Zuckers die Buttersäure tritt. Diese Umwandlung geschieht bei nicht gesteigerter Temperatur, die dem lebenden Körper inwohnende Wärme ist vollkommen ausreichend, auch bedarf es dazu keiner besondern stark eingreifenden Reagentien, sondern es ist ein Process durch solche Stoffe eingeleitet, wie sie sich auch im lebenden Körper überall finden. Was nun für den Zucker und die Buttersäure erwiesen ist, ist wohl ohne

1) Pelouze u. Gélis, in Wöhler u. Liebig's Ann. der Chemie und Pharmacie. XLVII. 241 und in Erdmann u. Marchand's Journal für pract. Chemie XXIX. 453 u. 456.

Fehler für das fast gleiche Amylum und die übrigen der Buttersäure sehr ähnlichen Fettsäuren anzunehmen. Durch Mischung dieser Buttersäure mit Glycerin und concentrirter Schwefelsäure in gelinder Wärme und Verdünnung sahen genannte Chemiker einen fettigen Körper sich ausscheiden, den sie geneigt sind für identisch mit Chevreul's Butyrin zu halten, doch müssen darüber erst noch weitere Forschungen etwas Bestimmtes lehren. Man sieht ein, dass durch diese Erfahrungen der Theorie Liebig's über die Fettbildung eine bedeutende Stütze zugewachsen ist, obgleich Buttersäure noch kein Fett ist.

Wenn nun auch durch die angegebenen Vorgänge aus Amylum und vielleicht aus Proteinkörpern Fett gebildet wird, so dringt doch gewiss auch von den im gewöhnlichen Leben genossenen Fetten eine mehr oder minder bedeutende Menge unmittelbar in das Venenblut und den Chylus ein, denn Hunde mit Fett gefüttert gaben einen sehr fettreichen Chylus.

Nutzen des Fettes. Der Nutzen des Fettes ist gewiss nach dem Orte, wo es sich findet, und nach seiner chemischen Verschiedenheit ein sehr verschiedener; wir verfolgen daher das Fett von seiner Aufnahme in den Körper durch die Verdauungsorgane, die Chylusgefässe und das Blut bis an seine verschiedenen Ablagerungsorte, um so den mannigfaltigen Nutzen desselben besser zur Anschauung zu bringen.

a) Das Fett im Magen und Darmkanale. Durch Lehmann's[1]) vielseitige Forschungen über künstliche Verdauung hat sich ergeben, dass ein gewisser Antheil von Fett durchaus nothwendig ist, wenn sich im Magen und Darmkanale die zur Verdauung von Lehmann als unentbehrlich betrachtete Milchsäure aus Amylum oder Zucker bilden soll, und dass das Fett gleichsam als Ferment den Anstoss zur milchsauren Gährung giebt.

Anmerkung. Eine bestimmte Menge Eiweiss wird mit einer nicht zu grossen Menge Fett, Zucker und kohlensaurem Alkali gemengt. Bei begonnener Gährung wird die freie Milchsäure durch vorsichtig zugesetztes Alkali gesättigt und dieses so oft wiederholt, als die Flüssig-

---

1) Lehmann, Vorläufige Mittheilung etc. in Simon's Beiträge I. 63 und *Dissert. de pingued. commodis et usibus in metastoechiosi animali. Lipsiae* 1843.

keit sauer wird. Wenn keine Säure mehr erzeugt wird, so ist dieses ein Zeichen, dass der ganze beigegebene Zucker in Milchsäure umgewandelt worden ist; dann wird wieder eine abgewogene Menge Zucker oder Amylum beigegeben und so der ganze Process wiederholt. Wenn aber bei noch vorhandenem oder neuzugefügtem Zucker die saure Gährung sistirt, so ist wieder etwas Fett zuzufügen. Hört endlich unter Ueberschuss von Fett und Zucker die Gährung dennoch auf, so ist das vorhandene Eiweiss so weit umgeändert und gelöst, dass es der Milchgährung nicht ferner dienen kann; dabei ist das Protein in das Tritoxyd Mulder's übergeführt worden und so ganz gelöst, dass von Proteinverbindungen auch keine Spur mehr zu bemerken ist. (s. *Diss. p.* 28.) Das Fett wird in irgend eine Fettsäure umgewandelt, die mit Kali eine Seife darstellt, und der Zucker wird in Milchsäure übergeführt, die aber immer wieder bald gesättigt werden muss, wenn nicht die ganze Umwandlung der Stoffe gehemmt werden soll. Dabei bemerkt man gewisse Verhältnisse, in denen die Mengen des Kohlenstoffes der hier wirkenden Körper zu einander stehen müssen, und zwar:

1 Protein, 7 Oel oder Fett und 18 Zucker, oder
4 - 7 - - - - 18 -

So wichtig diese Thatsachen für die Folge werden müssen, so können wir sie doch jetzt noch nicht unbedingt auf die Verdauung im lebenden Magen anwenden, da auch ohne Fettantheil bei den Speisen, bei einfachem Brode die Verdauung lange ungestört bleibt, besonders wenn noch trocknes Fleisch beigegeben wird.

b) Das Fett im Chylus und Blute. Der Fettgehalt des Chylus ist oft bedeutend und nach Schulz[1]) u. A. geht Fett mit in die Bildung der Chyluskügelchen ein; denn in den ersten Anfängen der Chylusgefässe bemerkt man in der Regel mehr Fettkügelchen als im *Ductus thoracicus*, und hier findet sich vielleicht ein Analogon der Ascherson'schen Oelzellen, so dass hier schon das Fett eine höchst wichtige Rolle spielt, indem es wesentlich nothwendig zur Bildung der Lymphkügelchen erscheint. (Siehe folgende Kap.: Elementarkörner und Zellbildung.) Das Fett im Blute ist sehr verschieden und nach Lecanu[2]), Denis[3]) und Berzelius[4]) sind drei Arten desselben zu unterscheiden: 1) Feste

1) Schulz, System der Circulat. p. 39 *seq.* — 2) *Lecanu, Etudes chimiques sur le sang humain.* — 3) *Denis, Essai sur l'applicat. de la chimie à l'étude du sang. p.* 141. — 4) Berzelius, Thierchemie. p. 87.

krystallinische Fette, als: Cholestearine oder Gallenfett, Cerebrine oder Hirnfett und die Seroline von Boudet[1]). Diese sind in der Blutmasse fein vertheilt und werden durch Eiweiss in Suspension erhalten. 2) Saure Fette, als: Oleinsäure, Margarinsäure und eine früher schon von Parmentier und Deyeuz, neuerdings von Denis[2]) untersuchte flüchtige Fettsäure. Diese sauren Fette sind verseift und so in der ganzen Blutmasse vertheilt. 3) Phosphorhaltige und stickstoffhaltige Fette sind nach Lecanu und Berzelius von den Blutkörperchen eingeschlossen.

Dass der Nutzen und die Bestimmung dieser Fette eine verschiedene sei, leuchtet von selbst ein, doch kennen wir denselben fast noch gar nicht. Vielleicht dass man folgende Bestimmungen annehmen dürfte: Da die festen Fette so von Eiweissstoff und Faserstoff eingeschlossen sind, dass sie sich nur schwer von demselben trennen, so werden sie wahrscheinlich mit demselben bei der Ernährung der Theile abgesetzt und bilden das subcutane und interstitielle Fett; die verseiften sauren Fette können denselben Nutzen gewähren, können aber noch dadurch, dass sie eine Menge Alkali binden, von grosser Wichtigkeit sein, so dass sie ein Reservoir darstellen, aus dem jederzeit nach Bedürfniss Alkali entnommen werden kann. Die stickstoffhaltigen und phosphorhaltigen Fette lassen sich nicht verseifen, werden also durch diese Eigenthümlichkeit abgehalten, den Zweck der sauren Fette zu erfüllen; sie müssen also eine andere Bestimmung haben, und da sie an die Blutkügelchen gebunden sind, so kann man glauben, dass ihr Nutzen mit der Function der Blutkügelchen zusammenhängt. Dieses führt uns nun darauf, dass diese Fette es vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliessend seien, welche durch Verbrennen im eingeathmeten Sauerstoffe die Wärmebildung vermitteln. Es sei erlaubt hier wieder einen Blick rückwärts auf die Fettbildung zu werfen, um den Nutzen des Fettes in Bezug auf Wärmeentwicklung ganz zu übersehen. Schon bei der bemerkten Verwandlung des Amylum oder des Zuckers in Fette

---

1) *Boudet, Ann. de Chimie et de Phys. LII.* 337. — 2) *Denis, Essai sur l'applicat. etc.* 152.

wird viel Kohlensäure gebildet, überall aber, wo Kohlensäure frei wird (Fäulniss, Gährung), wird Wärmeentwickelung deutlich bemerkt; somit wäre die Bildung des Fettes schon eine reichliche Quelle der Wärme für den Organismus, zugleich wird aber auch dem Organismus Sauerstoff zur Disposition gestellt, der sonst fehlen würde und zwar, wie sich Liebig ausdrückt, in allen den Fällen, wo der durch Haut und Lungen geathmete Sauerstoff nicht hinreicht, um den vorhandenen und dazu geeigneten Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln. Bei sehr reger Athmungsfunction, also bei starker Muskelaction in freier Luft, würde der den Organismus stets angreifende Sauerstoff der Atmosphäre nicht nur die bei der Stoffmetamorphose zur Verbrennung vorbereiteten Stoffe, sondern auch die ausserdem im Blute vorhandenen Stoffe höher oxydiren oder verbrennen, so aber bietet sich ihm in dem Fette des Blutes Kohlenstoff und Wasserstoff dar, die in Kohlensäure und Wasser verwandelt beim Athmen ausgehaucht werden, während der Phosphor, in Phosphorsäure umgewandelt, seine anderweitige Bestimmung findet. Mit dieser Ansicht stimmt auch überein, dass das Venenblut mehr Fett enthält als das Arterienblut (Simon). Da nun bei dieser Verbrennung wieder Wärme gebildet wird, so sind Fettbildung und Fettzersetzung zwei wichtige Quellen der thierischen Körperwärme. Dass aber der Sauerstoff nicht blos deshalb eingeathmet wird, um das Fett und die nicht mehr brauchbaren Proteinkörper zu verbrennen, sondern dass er zur Bildung der festen Gebilde im Körper nöthig ist, ist theils schon bemerkt worden, theils wird es bei der Respiration genauer auseinandergesetzt werden.

c) Das ausserhalb des Blutes, an den verschiedenen Theilen des Körpers abgesetzte Fett ist in Bezug auf Schmelzbarkeit, Consistenz und Verseifungsfähigkeit so verschieden, dass man nothwendig auf eine verschiedene Bestimmung desselben schliessen muss. Was die Abscheidung dieser Fette aus dem Blute anbetrifft, so kann man sich dieselbe mit Lehmann[1]) nicht wohl nach rein physikalischen Gesetzen erklären. Das Blutserum durchdringt alle Gewebe, kommt im Zellgewebe zu einiger Ruhe,

1) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 268.

setzt daher hier ein kleines Tröpfchen Fett ab, indem es sich in dieses und in salzige Eiweisslösung trennt; diese kann durch die feuchten Wände des Zellgewebes wieder resorbirt werden, für das abgeschiedene Fett sind jene nassen Wände undurchdringlich, es muss daher liegen bleiben. Dieser Ansicht lassen sich nun folgende Einwürfe machen: 1) Das Fett durchdringt wenigstens im lebenden Körper feuchte Wände, denn wie würde sonst das genossene Fett resorbirt? 2) Wenn das so niedergelegte Fett gar nicht durch die feuchten Wände entweichen könnte, so müsste es für immer liegen bleiben, was doch gewiss nicht der Fall ist. Da nun aber nach allgemein gültigen physikalischen Gesetzen das reine Fett nasse thierische Häute nicht durchdringen kann, so muss es auf irgend eine Art eingehüllt, versteckt werden, ehe es resorbirt werden kann, wie wir ja auch in dem vollendeten Chymus kein Fett wahrnehmen können, trotzdem, dass Fett genossen worden ist und wir es nach der Resorption im Chylus und in den Blutgefässen wiederfinden. In welcher Art diese Einhüllung des Fettes geschehe, muss noch durch weitere Untersuchungen erläutert werden. Wäre dieser Vorgang aber auch bekannt, so würden sich doch gewisse, jetzt noch schwer oder gar nicht zu beantwortende Fragen aufdringen; z. B. Warum wird an gewissen Theilen, z. E. an den Augenlidern, am Penis, an der Clitoris u. s. w., kein Fett abgelagert, da sich doch dasselbe Blutserum in einem ganz ähnlichen Zellgewebe ausbreitet? Warum wird an verschiedenen Orten verschiedenes Fett abgelagert, wo man nicht glauben kann, dass nur die verschiedene Consistenz dem Zwecke entspräche, z. B. im Gehirne die verschiedenen von Chevreul, Couërbe und Fremy beschriebenen Fette? Wie wird das verseifte Fett, welches gewiss feuchte thierische Häute durchdringt, abgesetzt? Welchen Zweck erfüllt es? Jedermann sieht endlich auch ein, dass die phosphorhaltigen nicht verseifbaren Fette im Gehirne wohl noch einen andern Zweck und Nutzen haben müssen als die andern Fette.

Gehen wir nun zu den aus den physikalischen Eigenschaften des Fettes dem Organismus erwachsenden Vortheilen über.

1) Da das freie Zellgewebefett in flüssiger Gestalt in den Fettzellen enthalten ist, so ist es auch, so weit es die Zellen-

wand erlaubt, verschiebbar, und da die Zellen einander gegenseitig berühren, so pflanzt sich Stoss, Druck u. s. w. von einer Zelle auf die andere fort und vertheilt sich gleichmässig und verliert dadurch an Wirkung. Wir sehen daher Fett in den Gelenken, im Innern der Knochen und überhaupt an solchen Stellen angehäuft, welche oft dem Drucke ausgesetzt sind, z. B. in der Fusssohle, der Hohlhand, den Glutäen u. s. w.

2) Bekannt ist die Geschmeidigkeit des Fettes, wodurch es, auf sich an einander bewegende Flächen übertragen, deren Bewegung erleichtert. Dieses ist wieder ein Grund, warum in den Gelenken eine fetthaltige Materie abgesondert wird; aus demselben Grunde hat die Natur auf der äusseren Fläche des Herzens, im Gekröse, in den Zwischenräumen der Muskeln Fette abgesetzt, um die Bewegung dieser Theile zu erleichtern. Obgleich die Lungen sich auch stets bewegen, so sind sie doch ganz fettfrei, weil hier das Fett stets in zu nahe Berührung mit dem eingeathmeten Sauerstoffe kommt, es sich folglich nach oben angegebenen Gründen nicht halten kann.

3) Das Fett ist ein schlechter Wärmeleiter schon an und für sich, diese Eigenschaft wird aber noch dadurch gesteigert, dass der einzelne Fetttropfen in seine Zelle eingeschlossen ist, also eine warme Schicht nicht in der kalten in die Höhe steigen und ihre Wärme auch nicht so leicht andern mittheilen kann. So sind denn auch die wichtigsten der Wärme bedürftigen Organe mit Fett umgeben, z. B. die Unterleibseingeweide, die weiblichen Brüste und der ganze Körper, besonders bei solchen Personen, die sich wenig in freier Luft bewegen, wo also die Respiration als Wärmequell wenig thätig ist. Normal sehen wir dieses Verhältniss im weiblichen Geschlechte, bei Kindern. — Durch welches einfache Gesetz erhält die Natur die normale Wärme des Körpers! Bei reger Respiration wird mehr Wärme erzeugt, zugleich das Fett zerstört, weil der Körper dieses Conservators der Wärme nicht bedarf; dagegen bei geringer Respirationsthätigkeit, wo also wenig Wärme erzeugt wird, wird als schützende Hülle das Fett gegeben.

4) Das Fett dient um Zwischenräume damit auszufüllen; dadurch wird nicht allein die schöne abgerundete Form des

menschlichen Körpers erreicht, sondern manche Organe werden nur durch das Fett in ihrer Lage erhalten und können nur in einem Fettpolster ihre Function vollkommen verrichten. Denken wir uns z. B. die Augenhöhle ohne alles Fett, so ist eine freie Bewegung und Function des Augapfels undenkbar. Dasselbe gilt auch von den Organen des Tastsinnes, den Fingerspitzen. Da nun überall, in allen Zwischenräumen ein ausfüllender Körper nöthig war, so war das Fett auch seiner geringen specifischen Schwere wegen der geeignetste. Wie sehr würde die Last des Körpers und seiner einzelnen Theile vermehrt werden, wenn statt des Fettes ein schwererer Körper die vorhandenen Zwischenräume ausfüllte.

5) Endlich wird das Fett noch dadurch besonders dem Körper nützlich, dass es sich nicht mit Wasser mischt. Dadurch wird dasselbe fähig, die einzelnen Theile des Körpers zu isoliren, ihre Bewegung an einander zu erleichtern, ohne in das Gewebe derselben wie Wasser einzudringen. Es isolirt aber nicht allein die einzelnen Theile, sondern selbst den ganzen Körper von der Aussenwelt, denn Haut und Haare sind stets von einer dünnen Schicht Fett überzogen, welche von den Hautbälgen abgesondert wird und nebst dem Hornstoffe den Körper gegen die nachtheiligen Einflüsse äusserer Feuchtigkeit schützt. An einzelnen Stellen scheint das Fett besonders wässerige Stoffe zu isoliren, wie das Fettpolster der Nieren, welches mit dem Nierenbecken bis an die Nierenkelche eindringt. Wenn dieses Fett nur den Zweck hätte, Erschütterungen der Nieren zu vermeiden, warum ist denn die Leber nicht auch so eingehüllt? warum ruht das weit wichtigere Gehirn nicht auch auf einem Fettpolster?

So weit und allgemein verbreitet das Fett im Körper ist, so giebt es doch einige Stellen, an denen das Fett durch seine Anhäufung die Function stören würde. Ganz frei von Fett ist nämlich das wenige Zellgewebe an der Basis des Gehirns, an den Lungen, an den Augenlidern, an der Nasenspitze, am Penis, am Scrotum und an der Clitoris. Welche Mittel stehen nun hier der Natur zu Gebote, um die durch den ganzen Körper mehr oder weniger verbreitete Fettablagerung an diesen kleinen Stellen zu verhüten?

So, wie wir gesehen haben, wie die normale Fettbildung innig mit einer normal weniger ausgebildeten Athmungsfunction zusammenhängt, so gehen auch die krankhaft vermehrte Fettbildung und das widernatürlich beschränkte Athmen Hand in Hand. Daher sehen wir eine schlechte krankhafte Fettbildung bei Personen, die sich lange in eingeschlossner Luft aufgehalten haben, z. B. bei Gefangenen. Dabei lässt sich nicht verkennen, dass mit einer solchen krankhaften Fettbildung, eben der mangelhaften Respiration wegen, oft eine mangelhafte Ausbildung des Muskelgewebes verbunden ist, daher Lockerheit und Schlaffheit desselben, die sich im Herzen oft als eine besondere Art der Atrophie ausspricht, wo die Muskelfasern des Herzens wie durch Fettbildung verdrängt erscheinen; ferner ist bei solchen Personen auch das Gewebe des Darmkanales so locker und weich, dass es sich leicht zerreissen lässt.

Anmerkung. Hierher gehört die Beobachtung Friedr. Hoffmann's, welcher sagt: *Perquam curiosa est in oeconomicis observatio, quod ex porcorum intestinis, qui ex reliquiis adusti saginantur, propter teneram et facile lacerabilem texturam non possint farcimina confici.*

§. 35.

Die nun noch zu betrachtenden Stoffe sind diejenigen, welche bei der eigentlichen Ernährung der Theile, bei dem innersten Stoffumsatze durch Zerlegung der organischen Masse gebildet werden. Diese allgemeinsten Producte des Stoffumsatzes gehen aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe und dem Kohlenstoffe der Proteinkörper und der Fette hervor, nämlich das Wasser und die Kohlensäure. Das Wasser, als der alle weichen und flüssigen Theile des Organismus constituirende Körper, der sich überall bildet und wieder zersetzt, musste an die Spitze unserer Betrachtung gestellt werden, da ohne Wasser weder Chemismus noch Leben denkbar ist. Die Kohlensäure würde wohl richtiger ihren Platz hier gefunden haben, allein der Uebersicht und des Zusammenhanges wegen konnten wir sie nicht wohl von dem Kohlenstoffe trennen, und endlich greift ihre Bildung so in alle organische Processe ein, dass es nicht unzweckmässig erschien, ihre Betrachtung des leichtern Verständnisses der übri-

gen Vorgänge wegen voranzustellen. Es bleiben uns sonach von den Producten der Stoffmetamorphose nur noch die Milchsäure, die Extractivstoffe, die Galle, der Harnstoff, die Harnsäure, das Allantoin und das Ammoniak übrig. Einige andere Stoffe, wie der Speichelstoff, das Pepsin, der Milchzucker, das Melanin u. s. w., sind von so beschränkter Ausbreitung und eigenthümlicher Bestimmung, dass ihre Betrachtung zweckmässiger für die specielle Physiologie verschoben wird.

§. 36.

Die Milchsäure, *Acidum lacticum*, C6 H10 O5 + HO, Liebig, ist eine eigenthümliche, bei vielen organischen Zersetzungen in und ausser dem lebenden Körper, bei Pflanzen und Thieren sich bildende Säure, welche von Scheele in der sauren Milch entdeckt, von Gmelin [1]) für Essigsäure angesprochen, durch Berzelius [2]) von dieser unterschieden und in den meisten thierischen Flüssigkeiten nachgewiesen, von Mitscherlich [3]) rein dargestellt, auch von Gay-Lussac und Pelouze [4]), so wie von Cap und Henry [5]) genauer untersucht, von Liebig [6]), dessen Schülern und Lehmann [7]) physiologisch gewürdigt worden ist.

Im concentrirtesten Zustande enthält sie stets noch ein Atom Wasser und stellt eine klare, farblose, syrupartige, nicht flüchtige Flüssigkeit von 1,215 spec. Gewicht, ohne Geruch und von saurem, scharfen Geschmacke dar, die an der Luft schnell Feuchtigkeit anzieht, in jedem Verhältnisse in Wasser und Weingeist, wenig nur in Aether auflöslich ist; sie treibt die Essigsäure aus ihrer Verbindung, löst phosphorsauren Kalk, ja nach Challier [8]) auch die so schwer lösliche Harnsäure sehr leicht, macht mit Eisenchlorid keinen Niederschlag, färbt sich nur gelb und wird mit concentrirter Schwefelsäure braun oder schwarz.

---

1) Gmelin, Handbuch der Chemie. — 2) Berzelius, Thierchemie. 692. — 3) Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie. 1837. 512. — 4) Gay-Lussac u. Pelouze, in Poggend. Annalen. XXXI. 299. — 5) *Cap et Henry, Journ. de pharmacie.* 1839. 133. — 6) Liebig, Thierchemie. 101. 103. 284. — 7) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 283. *De pingued. commodis et usib. Lips.* 1843. 22. u. Simon, Beiträge. I. 192. — 8) *Challier, Dubl. med. press. Nro. CCXLV.*

Vorkommen. Nach Berzelius in fast allen thierischen Flüssigkeiten, in dem Muskelfleische u. s. w. Im Speichel wurde sie gefunden von Berzelius [1]), Mitscherlich [2]), Tiedemann und Gmelin [3]), Lehmann u. A.; im Magensafte von Lehmann; von Chevreul [4]) in einem Magensafte, den Magendie von einem jungen Arzte durch willkührliches Erbrechen erhalten hatte; die von Tiedemann und Gmelin hier gefundene Essigsäure wird von anderen für Milchsäure gehalten; im Darmsafte von Hünefeld [5]) und Lehmann; im Chylus eines Pferdes von Simon [6]), Tiedemann und Gmelin [7]), in dem einer Katze von Nasse [8]); in der Lymphe von Marchand und Colberg [9]); im Serum des Blutes von Berzelius, Hewart Trail [10]), Lecanu [11]), Richardson [12]) und Hünefeld [13]). Ferner ist gebundene und freie Milchsäure in fast allen Secretionen gefunden worden: in der Galle von Berzelius [14]); in dem Schweisse von demselben rein [15]), von Simon [16]) als milchsaures Ammoniak entdeckt worden und die von Anselmino angegebene Essigsäure dürfte mit Berzelius für Milchsäure zu halten sein; besonders reichlich soll sie nach Lehmann [17]) in den critischen Schweissen nach acuten Krankheiten vorkommen. Ueber das Vorhandensein der Milchsäure im Harne und ihr Verhalten unter verschiedenen Umständen, bei verschiedener Diät hat ebenfalls Lehmann genaue Untersuchungen angestellt, aus denen

1) Berzelius, Thierchemie. 219. — **2**) Mitscherlich, in Ruft's Magazin. XL. — **3**) Tiedemann u. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. — **4**) *Chevreul, in Magendie, Précis élémentaire. II.* 11. — **5**) Hünefelds Physiol. Chemie. II. 190. — **6**) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 24. — **7**) Tiedemann u. Gmelin, Die Verdauung. (Sie fanden eine in Wasser und in Weingeist lösliche Masse u. Salze, d. i. Extractivstoff mit milchsauren Salzen.) — **8**) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 235. — **9**) Marchand u. Colberg, in J. Müller's Archiv. 1838. 129. — **10**) *Hewart Trail, in Magendie, Précis élémentaire. II.* 1825. 231. — **11**) *Lecanu, Etudes chimiques sur le sang humain. Paris.* 1837. — **12**) *Richardson, On the chemical composition of human blood, in Thomson, Records of general science. IV.* 116. — **13**) Hünefeld, der Chemismus in der thier. Organisat. Lpzg. 1840. 162. — **14**) Berzelius, in R. Wagner's Handwörterb. I. 524. — **15**) Berzelius, Thierchemie. 394. — **16**) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 329. — **17**) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 284.

hervorgeht, dass bei stärkern Anstrengungen, bei anhaltendem Laufen, bei animalischer Kost und im critischen Stadium der acuten Krankheiten sich die Milchsäure im Harne vermehrt, was nicht ohne Wichtigkeit ist, da die Milchsäure Lösungsmittel für die Harnsäure sein soll. In der Flüssigkeit der serösen Häute haben Mulder und Berzelius [1]) milchsaures Natron, in den Muskeln, wie auch Berzelius [2]), freie und gebundene Milchsäure dargethan. In der frischen Milch ist nach dem Zeugnisse von Lehmann und Haidlen [3]) keine Milchsäure enthalten, bildet sich aber leicht durch saure Gährung; Berzelius [4]), Simon [5]) und Andere nehmen das Dasein der Milchsäure in der frischen normalen Milch an.

In der neuesten Zeit sind nun mehrere der angegebenen Thatsachen von Liebig und seinen Schülern verworfen worden, so leugnet Liebig [6]) die Gegenwart der Milchsäure im Magensafte, Haidlen, wie schon erwähnt, deren Gegenwart in der Milch und Enderlin [7]) glaubt aus seinen Analysen des Blutes schliessen zu können, dass auch dieses keine Milchsäure enthalte, welche Meinung früher schon Denis aussprach.

Physiologischer Nutzen der Milchsäure. Dieser wird von den meisten Chemikern sehr hoch angeschlagen; sie soll das allgemein verbreitete Auflösungsmittel sowohl des phosphorsauren Kalkes, als auch der bei der Stoffmetamorphose unbrauchbar gewordenen Stoffe sein und diese dadurch geschickt zur Ausführung machen. Selbst durch eigne Gährung in allen Geweben erzeugt wird sie durch etwa zugleich mit freiwerdende Alkalien gesättigt. Unterstützt wird diese Ansicht, als deren Repräsentant Lehmann angesehen werden kann, noch durch die Versuche Hoffmann's [8]), welcher fand, dass durch Berührung des Blutserum mit einer thierischen Haut (Stück *Duodenum* vom

---

1) Berzelius, Thierchemie. 198. — 2) Ibid. 573. — 3) Haidlen, Annal. der Chemie u. Pharmacie. XLV. Heft 3. — 4) Berzelius, Thierchemie. 692. — 5) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 278. — 6) Liebig, Thierchemie. 103. — 7) Enderlin, in Wöhler u. Liebig's Annal. der Chemie u. Pharmacie. XLVI. 164. — 8) Hoffmann, ibid. XLVI. 118.

Kalbe), unter einer Temperatur von $25-35^0$ R., das Albumin des Serum in eine dem Fibrin und Casein gleiche Form übergeführt wird. Nach dieser Ansicht finden die sauren Schweisse als Crisen in acuten Krankheiten ihre Erklärung; die Milchsäure, längere Zeit mit den durch sie aufzulösenden Stoffen verbunden, wird dann durch gesteigerte Thätigkeit mit allgemeiner Erleichterung ausgeschieden. Ebenso wichtig sind die von Lehmann beobachteten Schwankungen der Milchsäure im Harne nach verschiedener Diät, bei verschiedener Anstrengung u. s. w., aus denen hervorgeht, dass die Milchsäure bei stärkerer Anstrengung reichlicher als gewöhnlich erzeugt wird. Freilich wird hierdurch die Hypothese, dass die Milchsäure auf angegebene Art der wichtigste Regulator der Stoffmetamorphose sei, zwar als möglich dargestellt, aber noch keineswegs bewiesen.

§. 37.

Die Galle im Allgemeinen. Bei der Verschiedenheit der Ansicht über die chemische Zusammensetzung der Galle, die noch unter den grössten Chemikern obwaltet, theilen wir hier erst die neuesten Angaben von Berzelius [1]) mit und gehen dann in Bezug auf die Chemie und die physiologische Bedeutung der Galle auf die scharfsinnigen Bemerkungen Liebig's [2]) über. Dabei können wir nur das Allgemeine dieser wichtigen Absonderung ins Auge fassen, das Specielle für den speciellen Theil der Physiologie aufbewahrend.

Die Galle, ein fast durch die ganze Thierwelt verbreitetes Absonderungsproduct der Leber, ist, wie wir sie aus der Gallenblase erhalten, eine klare, bisweilen etwas trübe, fadenziehende Flüssigkeit von eigenthümlichem Geruche, gelblicher oder grünlicher Farbe und sehr bitterem Geschmacke. Die gesunde Galle scheint neutral zu sein, ist immer schwerer als Wasser, doch hängt dieses etwas vom Grade der Concentration ab. In chemischer Beziehung ist sie ein sehr veränderlicher Körper, daher die

1) Berzelius, in R. Wagner's Handwörterb. I. 516. — 2) Liebig, Thierchemie. 51 seq.

Analysen der erfahrensten Chemiker von einander abweichen. Nach Berzelius enthält die Galle:

1) Bilin als wesentlichen und vorherrschenden Bestandtheil, d. i. einen eigenthümlichen, im Wasser leicht löslichen, bitterschmeckenden Körper, der sehr zu Metamorphosen geneigt ist, dabei Taurin, Ammoniak und zwei harzähnliche Säuren bildet, die sich mit einem unzersetzten Theile des Bilin zu einer sauren Substanz vereinigen, welche wieder mit Basen Verbindungen eingehen, ohne dass das Bilin dabei ausgeschieden wird. Dieses Bilin trocknet zu einer farblosen, geruchlosen, aber sehr bitter, hintennach süsslich schmeckenden Masse ein, die in Wasser und Alkohol löslich, in Aether aber unlöslich ist, weder sauer noch alkalisch reagirt, sich mit Säuren und mit Basen zu einem leicht löslichen Körper, der durch die Kohlensäure der Luft leicht zersetzt wird, verbindet. An der Luft und in der Wärme, noch leichter unter Zusatz von Mineralsäuren erfolgt die schon erwähnte Zersetzung in zwei Säuren, in Ammoniak und Taurin. Die beiden einander sehr ähnlichen Säuren nennt Berzelius Fellinsäure und Cholinsäure. Sie sind in Wasser sehr wenig, in Alkohol leicht löslich, von Aether wird nur die Fellinsäure aufgenommen, mit Alkalien bilden sie in Wasser und in Alkohol lösliche, mit Erden und Metalloxyden unlösliche oder schwer lösliche Salze.

2) Cholepyrrhin im Farbestoffe der Galle, von bräunlichgelber Farbe; die Lösung dieses Körpers reagirt auf Salpetersäure durch Farbenveränderung ganz eigenthümlich, indem er erst eine blaue, dann grüne, hierauf violette, rothe und zuletzt gelbe oder braune Farbe annimmt. Dieser Stoff bildet bisweilen Gallenconcremente und hat dadurch, trotz seiner grossen Geneigtheit zu Metamorphosen, Gelegenheit zur Untersuchung gegeben. Er ist überhaupt schwer löslich, Wasser und Alkohol nehmen nur sehr wenig auf, am meisten noch Kali- oder Natronlauge, aus denen er aber durch Säuren wieder als Biliverdin in grünen Flocken gefällt wird, die viel Aehnlichkeit mit Chlorophyl haben. In der Galle ist das Cholepyrrhin durch Bilinkali gelöst. Wenn also Galle allmählig grün wird, so beruht dieses auf Umwandlung des Cholepyrrhin in Biliverdin.

3) Schleim ist nach Berzelius von Wichtigkeit für die Galle, denn er veranlasst eine beständig fortfahrende Metamorphose, die fast gehemmt wird, sobald der Schleim durch Alkohol grösstentheils entfernt ist. Die Galle wird von Farbe dunkler und grüner, nimmt einen stärkern widerlichen Geruch an, stösst weisse Nebel an einen darüber gehaltenen, mit Salzsäure befeuchteten Glasstab aus, riecht nachher deutlich ammoniakalisch.

Dieses sind die wichtigsten Bestandtheile der Galle, welche viel Kohlenstoff und Stickstoff enthalten, weshalb sie bei der Zersetzung leicht Kohlensäure und Ammoniak bilden. Dazu kommen noch, als mehr ausserwesentliche Bestandtheile: Extractivstoffe, Cholestearin, ölsaures, margarinsaures und stearinsaures Natron, nebst etwas unverseiftem Fette; von Salzen: Chlornatrium, schwefelsaures, phosphorsaures und milchsaures Natron und phosphorsaurer Kalk. Uebrigens giebt der grosse Chemiker selbst das Geständniss, dass es nicht möglich sei, mit voller Sicherheit zu entscheiden, wie die Galle in ihrem ursprünglichen Zustande gemischt sei, ja nicht einmal die relativen Mengen der angegebenen Stoffe zu einander lassen sich bestimmen, da sie sich unter der Hand des Chemikers verändern.

Da es aber doch für die Physiologie von der grössten Wichtigkeit ist, die chemische Zusammenstellung der Galle zu kennen, um daraus ihren Einfluss auf Blutmischung und Stoffumsatz beurtheilen zu können, so hat Liebig früher nur den Weg der elementaren Analyse eingeschlagen, unbekümmert oder wenigstens weniger besorgt um die Gruppirung der so gefundenen Elemente, und ist allerdings auch schon zu höchst wichtigen Resultaten gelangt, doch die neuesten in Liebig's Laboratorium angestellten Untersuchungen [1]) haben zu nicht minder wichtigen Resultaten geführt.

Eingetrocknete Galle wird in Alkohol aufgelöst, wodurch der anhängende Schleim getrennt wird, durch Digestion mit Beinschwarz entfärbt und durch Aether Cholestearine entfernt,

1) Liebig, in Wöhler u. Liebig's Annalen der Chemie u. Pharmacie. XLVII. 1.

die so gereinigte Galle bleibt als dicker Syrup zurück und liefert getrocknet ein dem Gummi ähnliches Pulver, das ohne Trübung oder Rückstand in Wasser und in wasserfreiem Alkohol löslich ist. Essigsäure und Oxalsäure bringen in der wässerigen Lösung keine Veränderung hervor, durch Mineralsäuren entsteht eine milchige Trübung und es scheidet sich eine syrupartige Flüssigkeit ab, ein Theil der Mineralsäure findet sich mit Natron verbunden. Essigsaures Bleioxyd und salpetersaures Silberoxyd fällen die gereinigte Galle. Durch dreifach basisch-essigsaures Blei wird die Auflösung der Galle vollkommen präcipitirt, ein Ueberschuss des essigsauren Bleies löst aber einen Theil des Niederschlages wieder auf. In einer alkoholischen Lösung der reinen Galle wird durch neutrales essigsaures Blei kein Niederschlag bewirkt, durch basisch essigsaures Blei dagegen entsteht ein pflasterähnlicher Niederschlag, der durch Zusatz von neutralem essigsauren Blei gelöst wird. Eine wässerige Lösung der Galle wird durch neutrales essigsaures Bleioxyd sogleich gefällt, während die Flüssigkeit eine saure Reaction annimmt; eine mit Essigsäure versetzte Auflösung der Galle wird durch essigsaures Bleioxyd nicht gefällt. Die durch Fällung der Galle mit neutralem Bleisalze freiwerdende Säure hindert also die weitere Fällung durch dasselbe Salz; wird die Säure durch ein Alkali genau neutralisirt, so entsteht durch das neutrale Salz ein neuer Niederschlag und die Flüssigkeit wird wieder sauer. Das bei der Anwendung dieser Bleisalze in der Lösung Bleibende wurde von Gmelin und Berzelius als eine besondere Substanz angesehen und als Gallenzucker und Bilin beschrieben, obwohl es nur reine Galle ist.

Die rohe Galle hinterlässt nach dem Auflösen in Alkohol kein hohlensaures Natron, die getrocknete dagegen nach dem Glühen einen weissen schwefelgelblichen Rückstand, welcher der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Natron besteht, er enthält übrigens Spuren von Eisen, phosphorsaurem Natron und Kochsalz. Der ganze Rückstand beträgt 16,5 % der rohen Galle und 11,7 der gereinigten, welcher aus 11,16 kohlensaurem Natron, so wie aus nachweisbarem Kali und 0,54 Kochsalz besteht.

Die Zusammensetzung der so gereinigten Galle ist:

	Kemp.			Enderlin.	Theyer u. Schlosser.		
Kohlenstoff	58,46	58,46	59,9	58,28	58,00	58,49	59,48
Wasserstoff	8,30	8,81	8,9	9,20	8,09	8,48	8,47
Stickstoff	3,70	4,21					
Sauerstoff	22,64	25,76					
Natron	0,53	6,53					
Kochsalz	0,37	0,54					

Nach Abzug der fixen Bestandtheile enthält man für die Zusammensetzung des mit dem Natron verbundenen Körpers:

Kohlenstoff	63,7
Wasserstoff	8,9
Stickstoff	3,9
Sauerstoff	23,5

Nimmt man nun an, dass das Natron als neutrales kohlensaures Natron nach dem Verbrennen zurückbleibt, so enthalten 100 Theile reiner Galle 64,9 Kohlenstoff.

Aus der angegebenen Zusammensetzung der Galle geht hervor, dass sie die Natronverbindung eines stickstoffhaltigen Körpers ist, den man allen Grund hat zur Classe der Säuren zu rechnen, da ihm die Fähigkeit zukommt, das Natron zu neutralisiren.

Zur Darstellung der Gallensäure von Liebig, Choleinsäure von Demarcay, Bilifellinsäure von Berzelius, wird zu einer alkoholischen Lösung von 8 Theilen trockner gereinigter Galle in der Wärme 1 Theil verwitterte Oxalsäure zugesetzt und 10—12 Stunden stehen gelassen. Bei der Auflösung der Oxalsäure scheidet sich zugleich oxalsaures Natron ab, dessen Menge sich beim Erkalten vermehrt. Sobald sich keine Krystalle mehr absetzen, wird filtrirt, die Flüssigkeit mit etwas Wasser verdünnt, mit kohlensaurem Blei so lange digerirt, bis alle Reaction auf Oxalsäure verschwunden ist. Einen Bleigehalt entfernt man mit Schwefelwasserstoff und dampft dann zur Trockne ab. Die so gewonnene Gallensäure wird zur Entfernung der fetten Säuren in Alkohol gelöst und mit Aether niedergeschlagen. Getrocknet ist die Gallensäure farblos oder schwach gelblich, pulverisirbar, von harziger Beschaffenheit, sehr bitter, bläht sich in der Hitze auf, brennt mit stark rusender Flamme ohne allen Rückstand, löst

sich in Wasser und in Alkohol, nicht in Aether. Die Auflösung besitzt eine stark saure Reaction, die wässerige verdünnte Lösung bleibt nach mehrtägigem Stehen klar und ist nicht flüchtig. Dumarcay und Dumas haben bei der Analyse der nicht völlig gereinigten Galle als Resultat erhalten:

	Dumarcay.			Dumas.
Kohlenstoff	63,818	63,707	63,568	63,5
Wasserstoff	9,054	8,821	8,854	9,3
Stickstoff als Gas	3,345	3,255		3,3
Sauerstoff	23,779	24,217		23,9

Vergleicht man diese Zahlen mit denen, welche nach obigen Angaben in dem Liebig'schen Laboratorium gefunden worden sind, so lässt sich nicht einen Augenblick daran zweifeln, dass die Gallensäure (Choleinsäure, Bilifellinsäure) der Ochsengalle von ganz constanter Zusammensetzung und die eigentlich organische Verbindung in der Galle sei.

Mit dieser Säure verband Liebig auch Kalk und stellte so gallensauren Kalk dar, der aber durch Zusatz von kohlensaurem Natron wieder zerlegt wurde; das erhaltene gallensaure Natron glich in allen Eigenschaften der gereinigten Galle. Der einzige Unterschied war nur der, dass die Galle in der Kälte durch Zusatz von verdünnten Mineralsäuren nicht getrübt wurde und erst bei gelinder Digestion Gallensäure absetzte, die übrigens in beiden Fällen sich gleich ist.

Es kann sonach nicht zweifelhaft sein, dass die Galle die Natronverbindung einer unorganischen Säure ist, die von der Basis geschieden und wieder mit Natron zu einem der Galle vollkommen gleichen Körper verbunden werden kann: zu saurem gallensaurem Natron, d. i. Gallenstoff nach Berzelius älterer, Bilifellinsäure mit Ueberschuss von Bilin nach dessen neuerer Ansicht.

Diese Ansicht der Liebig'schen Schule über die Zusammensetzung der Galle bestätigend, ist Platner [1]) bei seiner Untersuchung jedoch zu der Ansicht gekommen, dass die Galle höchst-

1) Platner, in Haeser's Archiv. VI. 273.

wahrscheinlich ein Doppelsalz sei, zusammengesetzt einerseits aus Natron mit Kohlenstickstoff und den Elementen des Wassers, und andererseits aus Natron mit Kohlenwasserstoff und den Elementen des Wassers. Den ersten dieser Körper hat Platner krystallinisch dargestellt und nennt ihn Natroncholin, den andern Natroncholoidin.

Das Natroncholin bildet vollkommen farblose, schneeweisse, durchscheinende, nadelförmige Krystalle, die sternförmig gruppirt sind, sie lösen sich leicht in Wasser und in Weingeist, zerfliessen rasch an der Luft, halten sich daher nur unter wasserfreiem Aether.

Das Natroncholoidin lässt sich leicht durch Säuren zersetzen, die Choloidinsäure scheidet sich dann in Form eines gelben harzigen Körpers aus, der vollkommen frei von Natron ist. Im reinen Zustande getrocknet ist sie spröde und leicht zu pulvern, zerfliesst nicht an der Luft, ist im Wasser völlig unlöslich, aber leicht und vollständig in Weingeist löslich, sie röthet Lakmuspapier und schmeckt anhaltend und stark bitter. Natroncholin lässt die Choloidinsäure ungelöst.

Wir haben schon öfter Gelegenheit gehabt zu bemerken, dass der Stoffwechsel hauptsächlich in den Haargefässen vor sich gehe, dass das aus denselben zurückkommende Venenblut mehr Producte der Stoffmetamorphose enthalte als das Arterienblut, die auf geeignetem Wege wieder ausgeschieden werden sollen; so ist z. B. der Hauptweg für den Stickstoff und die Salze der Urin, für die Kohlensäure die Lungenausscheidung, das von den gesammten Verdauungsorganen zurückkommende Blut aber geht durch die Leber und setzt als Galle eine Menge Kohlenstoff mit einigem Stickstoff ab, wie wir aus der Analyse von Demarcay und Liebig ersahen.

Bei Gegenwart von Ammoniak treten alle organischen Bestandtheile der Galle an zugesetzten Bleiessig und bilden damit eine pflasterähnliche Masse, die allen Kohlenstoff und Stickstoff der Galle enthält und daher zur fernern Elementaranalyse ganz geeignet ist.

Die angegebenen Elementaranalysen verlieren für uns nicht an Werth, selbst wenn das Bilin von Berzelius und die Gallen-

säure von Liebig aus näheren Bestandtheilen der Galle zusammengesetzte Körper wären, denn es kommt hier darauf an zu sehen, welche Elemente durch die Galle austreten, es ist aber weniger wichtig, in welcher Form dieses geschieht. Ebenso übergehen wir hier die durch Einwirkung der Säuren auf die Galle erhaltenen Producte, das Taurin, die Choleidinsäure und Salmiak, ferner die durch Alkalien zu gewinnende Kohlensäure, Ammoniak und Cholinsäure.

Aus diesen Analysen erkennen wir den Reichthum der Galle an Kohlenstoff und den Elementen des Wassers mit wenig Stickstoff, also die nächsten Producte der Stoffmetamorphose, wenn Sauerstoff zu den Elementen der Proteinkörper tritt: Wasser und Kohlensäure. Betrachtet man aber die Menge der ausgeschiedenen Galle [welche Haller in 24 Stunden auf *circa* 24 Unzen schätzte, während Cajet. Tacconus bei einem Menschen mit Gallenblasenfistel in 6 Stunden 4 Unzen sammelte [1])] und berechnet daraus den Kohlenstoffgehalt, so übertrifft er den durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlenstoff bedeutend an Menge.

Ueber die Quelle der Galle kann nach dem Gesagten kein Zweifel mehr sein; ihre Elemente werden durch die Stoffmetamorphose in den Haargefässen frei und gelangen durch die Pfortader in die Leber, wo sie als Galle ausgeschieden werden. Ueber mehrere andere Punkte dieses Processes, namentlich über das Verhalten der Blutkörper, des Blutfarbestoffes, der Ernährung u. s. w. zur Gallenabsonderung, kann erst später die Rede sein.

Physiologische Bedeutung der Galle. Wir haben bei dem Eisen erwähnt, dass besonders die Blutkörperchen die Träger des in den Lungen aufgenommenen Sauerstoffes seien, ferner bei der Kohlensäure, dass auch diese hauptsächlich, wenn auch nicht ausschliesslich, an die Blutkörperchen gebunden sei, es geht also hieraus schon die Wichtigkeit der Blutkörperchen hervor. Ist es aber wahr, wie es nach den Untersuchungen von Schulz [2]) und von Simon [3]) scheint, das die grösste Menge der Blutkörperchen in der Leber ihre Auflösung finden, so muss man

---

1) *Haller*, *Elementa. VI.* 605. — 2) Schulz, System der Circulation. 139. — 3) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 110.

daraus den Schluss ziehen, dass die kohlenstoffreichen Blutkügelchen des Pfortaderblutes diesen Kohlenstoff in der Leber zur Bereitung der Galle abgeben. Der wenige bei dieser Zersetzung mit in die Galle eingehende Stickstoff wird bei Einwirkung der Säuren als Ammoniak gefunden und der vorhandene Sauerstoff zur Wasserbildung verwendet. Interessant ist hier das von Liebig gefundene Zahlenverhältniss der beiden wichtigsten Ausscheidungsstoffe zu den Elementen des Blutes.

Choleinsäure, ein halbes Atom . . . . $C_{38} N_2 H_{66} O_{11}$

dazu

1 Aequiv. Harnsäure $C_{10} N_8 H_8 O_6$ ⎫
1 - Ammoniak — $N_2 H_6$ — ⎭ . $C_{10} N_{10} H_{14} O_6$

Summa $C_{48} N_{12} H_{80} O_{17}$.

Diese Formel ist aber = Blut $C_{48} N_{12} H_{78} O_{15}$

dazu

1 At. Wasser $H_2 O$ ⎫
1 - Sauerstoff — O ⎭ . . — — $H_2 O_2$

$C_{48} N_{12} H_{80} O_{17}$.

Ohne zu grosses Gewicht auf diese Formeln zu legen, so geht doch aus dem Gesagten hervor, dass die Bereitung der Galle von der höchsten Wichtigkeit für die Blutmischung sei, und es lässt sich daraus die nothwendige Verbreitung der Leber durch die ganze Thierreihe einsehen.

Eine zweite Frage ist nun zu beantworten, ob nämlich die bereitete Galle nur Ausscheidungsstoff sei oder ob sie noch eine andere Bestimmung zu erfüllen habe.

Die älteren Physiologen schlossen aus der Menge der abgesonderten Galle, aus dem Orte, wo sie in den Darmkanal ergossen wird, nämlich an einem Orte, wo die eigentliche Chylification erst beginnt, aus der unbedeutenden Menge der Galle, die sich noch in den Excrementen findet, dass sie wesentlich nothwendig zur Verdauung und Chylusbereitung sei. Auf der andern Seite sehen wir aber auch nicht selten bei Menschen, die an Zurückhaltung der Galle leiden, die Verdauung ganz gut vor sich gehen und die zahlreichen Versuche von Gmelin und Tiedemann[1]) über Un-

1) Tiedemann u. Gmelin, die Verdauung. II. 1.

terbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges haben den Beweiss geliefert, dass die Verdauung im Magen und die Chylusbildung im Dünndarme auch ohne Zumischung der Galle vor sich gehe, doch folgt nach Retention der Galle in der Regel trockner und seltnerer Stuhlgang, was vielleicht davon herrührt, dass der Reiz der Galle auf die Wände des Darmkanals fehlt, um die nöthige Flüssigkeit abzusondern, wodurch dann die Fortbewegung der Excremente erschwert wird. Wir können also der Galle einen wesentlich nothwendigen chemischen Einfluss auf die Verdauung und Chylusbereitung nicht zuschreiben, wohl aber ist sie als ein sehr unterstützendes, anregendes Moment für die Absonderung im Darmkanale und für die Fortbewegung der Darmcontenta zu betrachten. Gewöhnlich sah man den Ort, wo die Galle in den Darmkanal ergossen wird, für einen zu dem Glauben bewegenden Grund an, dass die Galle zur Chylification nothwendig sei; allein dieser Grund wird ganz entkräftet, wenn man bedenkt, dass ein so grosses Organ nicht wohl anders als eben in der Oberbauchgegend sicher aufbewahrt werden konnte. Denn in den übrigen Gegenden des Bauches wäre entweder die Leber allen äussern mechanischen Einflüssen, jedem Stosse oder Falle zu sehr ausgesetzt gewesen, oder hätte andere Organe in ihrer Function gestört, namentlich würde sie die Entwickelung des Uterus in der Schwangerschaft gehindert haben, und selbst bei Thieren, wo dieser Grund weniger wichtig ist, bei den eierlegenden, wurde doch der allgemeine Typus befolgt. So in der ihr von der Natur gegebenen Lage liegt die Leber durch die Rippen und Rippenknorpel geschützt, von den Falten der Bauchhaut an das Zwerchfell befestigt und ergiesst das in ihr veränderte, entkohlte Blut rasch, fast unmittelbar in das Herz, was vielleicht für die richtige Blutmischung auch nicht ohne Einfluss ist. Zu diesen Gründen, welche die Lage der Leber in der Oberbauchgegend als zweckmässig erscheinen lassen, tritt aber noch ein von Liebig aufgestellter Grund, der den Erguss der Galle in den obern Theil des Darmkanales als nothwendig ersehen lässt. Bedenken wir, dass bei den Menschen und den Thieren, welche vegetabilische Nahrung geniessen, nur sehr wenig, und bei den Fleischfressern gar keine Galle mit dem Kothe wieder abgeht, sie aber doch auch nicht zur

Verdauung und Chylification gebraucht wird, so bleibt kein anderer Ausweg übrig, als die Galle muss von den aufsaugenden Gefässen wieder resorbirt werden. Wenn nun aber die Galle in die Circulation aufgenommen wird, welche Veränderungen erleidet sie dabei und welchen Zweck kann sie erfüllen? Die Veränderungen, welche die Galle bei und nach ihrer Aufnahme in die Säftemasse erleidet, können keine speciellen, eigenthümlichen sein, denn sie ist nur den Einflüssen ausgesetzt, welchen alle andern Stoffe auch ausgesetzt sind, nämlich der Einwirkung des bei der Respiration aufgenommenen Sauerstoffes. Sowie nun aber die Elemente der bei dem Lebensprocesse benutzten Proteinkörper und die Elemente des Fettes, so müssen auch die Elemente der Galle durch den Sauerstoff geschieden werden, und ihr Reichthum an Kohlenstoff und Wasserstoff macht sie eben so geschickt, dem einen Theile der Respiration, nämlich der Verwendung des Sauerstoffes im Innern der Gebilde zu dienen, wie das Fett. Es wird eben auch Kohlensäure und Wasser gebildet, also Wärme erzeugt, und diese Producte des bemerkten Vorganges werden durch die Lungen ausgeschieden. Dass die resorbirte Galle diesen Zweck wirklich erfülle, geht auch noch daraus hervor, dass sie zu etwas Anderem, zur Ernährung der Proteingebilde oder zur Fetterzeugung, nicht verwendet werden kann. Sollte sie aber selbst zur Fettbildung verwendet werden können, so wäre die Erfüllung ihres letzten Zweckes nur weiter hinausgeschoben, da gewisse Fette ja eben auch hauptsächlich Respirationsmittel zu sein scheinen. Vergl. Fett.

Dieses ist im Ganzen die durch Liebig vom chemischen Gesichtspunkte aus gewonnene Ansicht, welche nur noch der Prüfung durch das physiologische Experiment bedarf, zu welchem Zwecke Schwann eine Reihe von Versuchen an Hunden angestellt hat, denen er den *Ductus choledochus* unterband und die bereitete Galle durch eine künstliche Fistel nach Aussen leitete, so dass also die Bereitung und Ausscheidung der Galle ungehindert fortdauerte und doch keine Galle in den Darmkanal kam. Die secundären Folgen dieser Operation waren bald eintretende Abmagerung und nach 2—3 Wochen der Tod. Schwann selbst zieht folgende Schlüsse aus seinen Versuchen:

1) Die Galle ist kein blosses Excrement, sie spielt noch eine andere wichtige Rolle.
2) Die Galle ist jungen wie alten Thieren gleich nöthig.
3) Wenn die Galle nicht in den Darmkanal kommt, so macht sich dieser Mangel gewöhnlich schon am dritten Tage durch Abnahme im Gewichte des operirten Thieres bemerklich und der Tod erfolgt bei erwachsenen Hunden nach 2 — 3 Wochen.
4) Dem Tode gehen Zufälle mangelhafter Ernährung voraus, grosse Abmagerung, Muskelschwäche, Ausfallen der Haare und in der Agonie leichte Zuckungen.
5) Die Galle, welche im Normalzustande in das *Duodenum* gelangt, wird nicht durch die Galle ersetzt, welche die Thiere auflecken und welche durch Verschlucken in den Magen kommt.
6) Die verschluckte Galle stört aber eben so wenig die Verdauung im Magen; es konnte weder eine vortheilhafte noch nachtheilige Wirkung davon bemerkt werden.

Da der geehrte Verf. noch anderweitige Versuche anstellen wird, um zu ermitteln, ob die nachtheilige Wirkung der bemerkten Operation nur davon abhängt, dass die Stoffaufnahme im Darmkanale gehindert oder gestört und verändert ist, oder davon, dass die Galle nicht in das Blut gelangt, um dort irgend eine wichtige Rolle zu spielen, so enthalten wir uns hier zwar jeder anderweitigen Schlussfolgerung, können aber doch nicht umhin, darauf aufmerksam zu machen, dass auch aus diesen Experimenten hervorgeht, dass die Galle nach ihrer Absonderung eine zum Fortbestehen des Lebens nothwendige Rolle spielt und dass sie diese nicht spielen kann, wenn sie in den Magen kommt; der Grund davon kann in einer vollkommenen Zersetzung der Galle durch den Magensaft, oder darin liegen, dass sie nur in dem Darmkanale ihre Wirkung äussern kann. Im letztern Falle kann diese Wirkung sich beziehen auf die Stoffaufnahme im Darmkanale, auf die Chylusbereitung (dagegen sprechen die angeführten Versuche von Tiedemann und Gmelin), oder sie bezieht sich auf die Stoffumwandlung und den Einfluss der Respiration, welche bei Abwesenheit der Galle gestört und abgeändert

werden. Hier ist zu bemerken, dass bei den Tiedemann'schen Versuchen zwar die Resorption der Galle im Darmkanale, aber nicht in der Leber gehindert war, da nun bei Tiedemann jene nachtheiligen Wirkungen, welche Schwann bemerkte, nicht eintraten, so darf man glauben, dass die Galle nach ihrer Wiederaufnahme in die Säftemasse noch eine wichtige Rolle zu spielen hat. Ob diese aber nur darin besteht, dass sie, wie Liebig lehrt, verbrannt werde, müssen noch anderweitige Untersuchungen lehren, und gewiss werden Schwann's Versuche auch hierüber einiges Licht verbreiten.

§. 38.

Mussten wir die Milchsäure und die Galle in gewissen Beziehungen schon als Producte der Stoffmetamorphose anerkennen, die aber doch noch nicht direct aus dem Körper ausgeführt werden, sondern vorher noch einen bestimmten, für die Oekonomie des Körpers wichtigen Zweck zu erfüllen hatten, ja wurde die Galle nur zum kleinsten Theile ausgeführt, so betrachten wir nun Stoffe, welche keinen Zweck mehr erfüllen können; sie sind reine Auswurfsstoffe, welche entweder durch alle Ausscheidungsorgane fortgehen, wie die sogenannten Extractivstoffe und die wässerigen Feuchtigkeiten, oder sie werden durch ein besonderes Organ aus dem Körper ausgeschieden, wie der Harnstoff, die Harnsäure und das Allantoin.

§. 39.

Die Extractivstoffe, *Materiae extractivae.* Die Extractivstoffe, welche sowohl in den Geweben, als in allen wesentlichen Flüssigkeiten des Körpers aufgelöst vorkommen, sind ihrer Natur sowie ihrer Bestimmung nach wenig gekannt und mit jenem allgemeinen, wenig bezeichnenden Namen belegt worden. Berzelius schenkte ihnen zuerst grössere Aufmerksamkeit, Thénard nannte das durch Ausziehen des Fleisches mit Spiritus gewonnene Gemenge von Milchsäure, milchsauren Salzen mit den eigentlichen Extracten *Osmazom*, welchen Namen Berzelius wieder verwarf, da sich kein bestimmter Begriff damit verbinden lässt. Nach Berzelius hat Simon[1]) diese thierischen

1) Simon, Med. analyt. Chemie. I. 125, 227.

Extracte genauer untersucht und sie nach ihrer Löslichkeit im Wasser, Spiritus und Alkohol in drei Classen gebracht, die wieder nach der Fällbarkeit oder Nichtfällbarkeit durch Gerbsäure und durch neutrales und basisches essigsaures Blei genauer unterschieden werden. Wir entlehnen die von Simon gegebene Uebersicht.

A. Im Wasser, aber nicht in verdünntem Alkohol löslich: Wasserextract.

B. Im Wasser und im Spiritus, nicht im wasserfreien Alkohol löslich: Spiritusextract.

C. Im Wasser, im verdünnten und im wasserfreien Alkohol löslich: Alkoholextract.

A. Das Wasserextract enthält*)

α) an durch Gerbsäure fällbaren Bestandtheilen:

a) eine durch neutrales essigsaures Blei nicht, wohl aber durch basisches, essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid fällbare Materie,

b) eine durch neutrales und basisches essigsaures Blei, sowie durch Quecksilberchlorid fällbare Materie;

β) an durch Gerbsäure nicht fällbaren Bestandtheilen:

c) eine gummiartige, durch neutrales essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid nicht, wohl aber durch basisch essigsaures Blei fällbare Materie,

d) eine durch neutrales essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid nicht, wohl aber durch basisches essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid fällbare Materie,

e) eine durch neutrales und basisches essigsaures Bleioxyd, sowie durch Quecksilberchlorid fällbare Materie, das Zomidin des Berzelius.

B. Das Spiritusextract enthält

α) an durch Gerbsäure fällbaren Bestandtheilen:

a) eine durch neutrales und basisches essigsaures Bleioxyd nicht, wohl aber durch Quecksilberchlorid fällbare Materie,

b) eine durch neutrales essigsaures Bleioxyd und Quecksil-

---

*) Vergl. Oxyde des Proteins.

berchlorid nicht, wohl aber durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare Materie,

c) eine durch neutrales und basisches essigsaures Bleioxyd, nicht aber durch Quecksilberchlorid fällbare Materie;

β) an durch Gerbsäure nicht fällbaren Stoffen:

d) eine gegen Reagentien ziemlich indifferente Materie,

e) eine von Chevreul entdeckte und beschriebene Materie, das *Kreatin*.

C. Das Alkoholextract enthält

a) eine durch Quecksilberchlorid fällbare Materie, die sich sowohl im Ueberschusse der extractiven Materie, als auch in Ammoniak und Schwefelsäure löst, durch Zinnchlorür stark gefällt wird; Galläpfelinfusion bewirkt einen starken Niederschlag, der sich beim Erhitzen löst und nach dem Erkalten wieder niederfällt,

b) in dem Rückstande befindet sich noch eine Materie, die durch basisches essigsaures Bleioxyd schmutzig weiss gefällt und durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt wird, Galläpfelinfusion bewirkt keinen Niederschlag und Quecksilberchlorid macht eine Trübung,

c) eine beim Abdampfen erhaltene krystallinische Materie, die durch geringen Zusatz des Quecksilberchlorids nicht, wohl aber durch Ueberschuss desselben, so wie durch Galläpfelinfusion stark gefällt wird.

Simon giebt nun an dem a. O. eine genauere Beschreibung der verschiedenen, aus dem Fleischextracte gewonnenen Stoffe, der er eine Betrachtung der extractiven Materien aus dem Blute, dem Urine, der Milch etc. folgen lässt, die wir hier aber übergehen müssen, da das physiologische Verhalten dieser einzelnen Stoffe nicht gekannt ist.

Bedenkt man, dass das Fleisch nie ganz rein von Blut, Blutgefässen, Zellgewebe, Nerven, Lymphgefässen, parenchymatöser Flüssigkeit gewonnen werden kann, dass also die allerverschiedensten Gewebe ihr Contingent zu dem Extracte geben, dass ferner innerhalb der Gewebe Theile von den verschiedensten Stufen der Entwickelung sich befinden, so wird man einsehen, dass diese Extracte die allerverschiedensten Stoffe enthalten müs-

sen und die Physiologie wenigstens jetzt geringen Gewinn aus ihrer Darstellung ziehen kann. Da nach den Untersuchungen Simon's[1]) und Lehmann's[2]) im venösen Blute nicht unbedeutend mehr Extractivstoff enthalten ist als im arteriellen, und die von Gmelin[3]) angegebene Menge dieser Stoffe in der Lymphe noch geringer ist, ja Chevreul[4]) in der Lymphe von Hunden, und Marchand und Colberg[5]) in der von Menschen noch weniger Extractivstoff angeben *), so liegt der Schluss sehr nahe, dass diese Stoffe Producte der Stoffmetamorphose sind, daher sie sehr oft, ja gewöhnlich mit milchsauren Salzen vermischt sind und sich nicht allein im Blute, sondern auch in allen Ausscheidungsflüssigkeiten wiederfinden. Nach dieser Ansicht ist auch ihre unbestimmte Form, ihre wandelbare Natur erklärlich, denn wie sich eine Gährungsflüssigkeit unter den Händen des Chemikers verändert, so ist es auch nicht möglich, den Atomencomplex dieser Stoffe so zu finden, wie sie eben die Natur giebt. Sonach müssen wir wohl die physiologische Wichtigkeit dieser Stoffe, besonders in so fern anerkennen, als ihre verhinderte Ausleerung dem Organismus höchst nachtheilig ist; allein es ist nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft nicht möglich, ihre Natur, ihren Ursprung, sowie ihren speciellen Einfluss auf die Stoffumwandlung und auf das Blut genau anzugeben. Nasse[6]) ist geneigt, die Entstehung des Extractivstoffes und besonders die Menge desselben im Pfortaderblute und nach seinen Untersuchungen auch im Chylus durch Resorption und Veränderung der Galle im Darmkanale zu erklären.

---

1) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 103. — 2) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 104. — 3) Gmelin, in Berzelius's Thierchemie. 158. — 4) *Chevreul, in Magendie, Précis élémentaire. II.* 192. — 5) Marchand und Colberg, Joh. Müller's Archiv. 1838. 129. — 6) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 202.

*) Der von den Verdauungsorganen kommende, in den sogenannten Milchgefässen und dem Milchbrustgange enthaltene Chylus enthält dagegen mehr Extractivstoffe, wie die Untersuchungen von Nasse (a. a. O.) und von Rees darthun; Letzterer erhielt aus 1000 Theilen der Lymphe eines Esels Spiritusextract 2,40, Wasserextract 13,19, aus dem Chylus desselben Thieres Spiritusextract 3,22, Wasserextract 12,33. — Simon, Analyt. Chemie. II. 598.

§. 40.

Hautausdünstung und wässerige Lungenausscheidung. Die Haut ist eine weit ausgebreitete Fläche, welche mit zahlreichen Gefässen dicht durchwebt und eben so wie die übrigen weichen Theile stets vom Blutserum durchdrungen ist. Da nach physikalischen Gesetzen die Verdunstung der Flüssigkeiten durch thierische Häute fast eben so schnell, als ohne diese erfolgt, so würde stets eine weit bedeutendere Menge Wasser durch die Haut frei abdunsten, als wirklich abdunstet, wenn diese nicht von einer für das Wasser fast undurchdringlichen Hornschicht, der Epidermis, überall bedeckt wäre. So wie nach physikalischen Gesetzen die Epidermis die Menge des durch die Haut abdunstenden Wassers vermindert, so wird diese Absonderung nach organischen Gesetzen durch den Einfluss des Nervensystems mannigfach modificirt. Die Nerven reguliren den Tonus aller Gewebe der Haut, sie verändern das Lumen der Haargefässe, mässigen und hemmen oder befördern und verstärken dadurch die Menge des zuströmenden Blutes, die Spannung und Dichtheit der umgebenden Wände. Ein Beispiel dieses Einflusses des Nervensystems sehen wir bei dem plötzlichen Unterdrücken aller Hautthätigkeit nach heftigen, den ganzen Körper ergreifenden, deprimirenden Affecten, besonders beim Schreck; die vorher warme, feuchte, turgirende Haut wird blass, kalt, trocken und sinkt ein; aber auch in vielen acuten, besonders entzündlichen fieberhaften Krankheiten ist die Absonderung der Haut sehr beschränkt, wenn man auch nicht glauben kann, dass alle Ausdünstung aufgehoben sei. Ueber die Menge der in gesunden Tagen vom ganzen Körper ausdünstenden Materie finden sich bei Burdach [1]) folgende Angaben:

Sanctorius giebt 80 Unzen an.

Lining	giebt 54 Unz.		van Rye	giebt 59 Unz. an.	
Martin	- 46	-	de Gorter	- 49	- -
Will. Stark	- 39	-	Hartmann	- 46	- -
Dalton	- 44	-	Dodart u. Boissier	- 33	- -
Seguin	- 49	-	Keil	- 31	- -

Die Verschiedenheit dieser Angaben ist ganz natürlich und

---

1) Burdach, die Physiologie. V. 196.

es wäre zu bewundern, wenn dieselbe nicht wäre, denn die Menge der Ausdünstung ist doch gewiss verschieden nach Alter, Geschlecht, Temperament, Constitution, Lebensweise, äussern Verhältnissen, als genossenen Speisen und Getränken, Stimmung des Geistes etc. Suchen wir aber, mit Auslassung der Angabe von Sanctorius, die doch etwas zu hoch erscheint, das Mittel, so erhalten wir 44 Unzen tägliche unmerkliche Ausdünstung, das Maximum der Angaben wäre 5 Pfund, das Minimum 1 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen. Von diesen Mengen kommen nach Seguin's sorgfältigen Untersuchungen 18,31 Unzen, nach Dalton 20,5 Unzen, nach Hales 21,69 Unzen auf die Lungenausdünstung, so dass wir im Durchschnitt 18—20 Unzen tägliche Lungenausdünstung annehmen dürfen. Dass diese Mengen nach der Grösse der Lungen, nach der Thätigkeit der äussern Haut und der Nieren, so wie nach Geschlecht etc. manchen bedeutenden Schwankungen unterworfen sein müssen, leuchtet von selbst ein. Dieser im Ganzen rein wässerigen Lungenausdünstung ist allerdings auch einiger animalischer Antheil beigemischt, der aber so unbedeutend ist, dass dessen nähere Betrachtung bis auf das specielle Capitel von der Respiration aufgehoben werden kann.

Ueber die Quantität der in 24 Stunden nur durch die Haut fortgehenden Ausdünstung sind mehrfache Versuche angestellt worden. Cruikshank steckte seine Hand eine Stunde lang in einen verschlossenen Cylinder und erhielt 30 Gran Wasser bei 71⁰ Fahrenh., das macht für die ganze Körperoberfläche in 24 Stunden 95 Unzen: bei 62⁰ F. erhielt er 12 Gran, beträgt also für den ganzen Körper in gleichem Zeitraume 38 Unzen. Abernethy schloss auf ähnliche Art die Hand und einen Theil des Vorderarmes bei 60—70⁰ Fahrenh. ein und erhielt auch 30 Gran Wasser, — beträgt für den ganzen Körper in 24 Stunden ohngefähr 39,87 Unzen. Nach Anselmino's Untersuchungen würde die Menge der in 24 Stunden von der ganzen Körperoberfläche abdunstenden Wassermenge 20 Unzen betragen. Am sichersten ist das Resultat aus Seguin's[1]) Untersuchungen, da dieser weniger aus Berechnungen, als nach directen Erfahrungen die Menge

---

1) *Séguin, Annales de chimie. XC.*

des Absonderungsproductes der Haut zu bestimmen suchte, indem er sich ganz in einen Sack von Caoutchouc-Taffet einschloss und durch eine Oeffnung dieses Sackes athmete. Vor dem Experimente wog er sich mit und nach dem Experimente ohne den Sack, berechnete zugleich die genossenen Nahrungsmittel und den Abgang von Koth und Urin. So erhielt er für den ganzen Körper in 24 Stunden 47,09 Unzen bei einem Körpergewichte von 160 Pfund = 1:57. Van Marum untersuchte die Ausdünstungsmenge bei Kindern und fand bei einem

7jährigen	Mädchen	von 49 Pfd.	Gewicht in 24 Stunden	8640 Gran	=	1 : 43
8 -	Knaben	- 57 -	- - - -	20640 -	=	1 : 21
6 -	-	- 53 -	- - - -	18960 -	=	1 : 21

Sonach ist die Hautausdünstung bei Kindern von 7—9 Jahren stärker als bei Erwachsenen, was seinen physiologischen Grund in dem Vorherrschen des Flüssigen beim Kinde, in der weichern lockerern Haut und in der raschern Blutcirculation hat, wo also in einer gegebenen Zeit eine grössere Menge Blut durch die Haut fliesst, also auch eine grössere Menge der Verdunstung ausgesetzt ist.

Mit dieser bedeutenden Menge der durch die Haut ausgeschiedenen Flüssigkeit gehen im gesunden Zustande wenig feste und organische Stoffe mit fort, die in vorwaltenden Extractivstoffen, mit einigen Salzen, besonders milchsauren, chlorwasserstoffsauren, schwefelsauren und etwas phosphorsauren Salzen, nebst einem geringen Antheil Eisenoxyd bestehen, also alles Stoffe, die wir entweder als Producte der allgemeinen Stoffmetamorphose oder als überhaupt allgemein durch den Körper verbreitete Dinge kennen gelernt haben. Simon[1]) fand den frischen Schweiss schwach sauer (von beigemengter freier Milchsäure), doch nach einer Stunde schon reagirte er alkalisch und seine Analyse ergab:

1) im Aether löslich: Spuren von Fett, bisweilen Buttersäure;
2) im Alkohol löslich: Alkoholextract, freie Milchsäure oder Essigsäure, Chlornatrium, milchsaures oder chlorwasserstoffsaures Ammoniak;
3) im Wasser löslich: Wasserextract, phosphorsaurer Kalk, selten schwefelsaures Alkali;

1) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 327.

4) im Wasser unlöslich: abgestossenes Epithelium, phosphorsauren Kalk und geringe Menge Eisen.

Berzelius[1]) gelangte zu ähnlichen Resultaten, doch fand er überschüssiges Kochsalz und Chlorammonium. Anselmino[2]) fand in 100 Schweissrückstand:

in Wasser und Alkohol unlöslichen (Kalksalze)	2,0
nur im Wasser lösliche Materie und schwefelsaure Salze . .	21,0
in wässerigem Alkohol löslich: Kochsalz und Extractivstoff .	48,0
in wasserfreiem Alkohol löslich: Extractivstoff, Milchsäure und milchsaure Salze	29,0
	100,0

Zufällig beigemischt ist dem Schweisse ein Antheil abgestossener Epidermisschuppen. Uebrigens da die Haut sich nicht an allen Stellen des Körpers gleich bleibt, an einer mehr, an der andern weniger mit Hautdrüsen versehen, an einer Stelle zart und weich, an der andern fester und härter ist, so kann man schon hieraus auf eine qualitative Verschiedenheit des Schweisses schliessen, und wirklich riecht der Schweiss der Achselhöhlen ammoniakalisch und der der Geschlechtstheile enthält ein eigenthümliches Fett.

So wie auf der Oberfläche der Lungen nicht allein die Absonderung von Gasen stattfindet, sondern auch eine nicht unbeträchtliche Menge Wasserdunst abdampft, so findet umgekehrt auf der Haut nicht bloss die Ausscheidung des Schweisses statt, sondern es wird gewiss auch, wie in den Lungen, Kohlensäure abgesondert. Doch ist deren Mengenbestimmung grossen Schwierigkeiten unterworfen. Collard de Martigny[3]) fand Kohlensäure und Stickstoff der Hautausdünstung in sehr variablen Verhältnissen beigemengt, Abernethy[4]), welcher die Hand fünf Stunden lang in ein mit Quecksilber gesperrtes Glas hielt, bekam ein Volumen Kohlensäure gleich einer Unze Wasser, ein andermal erhielt er in 9 Stunden dieselbe Quantität. Nach dem, was wir frü-

1) Berzelius, Thierchemie. 391. — 2) Anselmino, in Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie. II. 321. — 3) *Collard de Martigny, in Magendie Journ. de physiologie. X.* 165. — 4) Abernethy, Chirurgische und physiologische Versuche, von Brandis. Lpzg. 1795. p. 118 sqq. u. 125.

her über die Kohlensäure erfahren haben, wie sie als Product der Stoffmetamorphose in jedem Körpertheile enthalten sein muss, ist es leicht ersichtlich, dass sie von einer so grossen Fläche, wie die Haut ist, stets abdunsten muss, wenn auch in weit geringerer Menge als von der Lungenfläche, da diese eine weit feinere Structur hat, der Blutstrom in ihr in eine weit innigere Berührung mit der atmosphärischen Luft kommt, folglich auch der Austausch der Gase weit leichter geschehen kann. In der Haut herrscht die Ausscheidung von Wasserdunst, in den Lungen die Absonderung von Gas vor.

Die Lungen bieten ebenfalls eine grosse, nur in engem Raume zusammengedrängte Fläche dar, die überall von dem dichtesten Gefässnetze durchwebt ist und zwar in der Art, dass die feinen Blutströmchen nur durch eine sehr zarte häutige Scheidewand von der atmosphärischen Luft getrennt sind. Eine ganz natürliche Folge dieses Verhältnisses ist, dass zwischen Luft und Blut ein Austausch von Stoffen stattfindet, den wir unter dem Namen der Respiration schon öfter berührt haben und später in der speciellen Physiologie genauer betrachten werden; hier sprechen wir nur von dem neben jenem Stoffwechsel zugleich bestehenden Abdunsten rein wässriger Stoffe von der Oberfläche der Lungen, welche theils von der Blutflüssigkeit, die alle Theilchen der Lungen durchdringt, theils von dem die Luftwege bedeckenden Schleime kommen und deren Abdunsten noch durch die Wärme der Lungen begünstigt wird.

Die Quantität des durch die Lungen abgehenden Wasserdunstes ist sehr verschieden angegeben worden und muss auch nach Alter, Geschlecht, Capacität der Lungen, gleichzeitiger Thätigkeit der Haut und der Nieren sehr verschieden sein. Cruikshank[2]) schätzt die Menge dieses Wasserdampfes in der Stunde auf 124 Gran, was in 24 Stunden 2976 Gran englisch = 6,59 Unzen ausmacht, und Abernethy hauchte in ein Glas und erhielt in der Stunde 3 Drachmen, was auf 24 Stunden 4320 Gran englisch = 9,57 Unzen beträgt. Seguin berechnete aus den schon

1) Cruikshank, Abhdlg. über die unmerkliche Ausdünstung etc. Lpzg. 1798. p. 49.

angegebenen Versuchen die Menge des durch die Lungen ausgeschiedenen Wasserdampfes in 24 Stunden auf 18,31 Unzen. Bichat[1]) erhielt bei sehr unvollkommenem Apparate von einem Manne in der Stunde 2 Unzen und wundert sich über die geringe Menge desselben; von sich selbst erhielt er noch weniger einer durchaus hellen, nur wässerigen Flüssigkeit. Alle diese Angaben verlieren ihren Werth, da nicht der Feuchtigkeitszustand und die Temperatur der Atmosphäre dabei berücksichtigt und angegeben worden ist. Valentin[2]) hat gezeigt, dass die Menge des von den Lungen abgehenden Wasserdampfes nur dann genau ermittelt werden kann, wenn die Luft, welche wir einathmen, schon mit Wasserdunst gesättigt ist; der Organismus wird dann so viel Wasser hinzufügen, als dem Temperaturunterschiede der eingeathmeten Luft und 37,5° C. entspricht. Aus einer von Valentin mitgetheilten Tabelle ergiebt sich, dass wir in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, bei der Temperatur von + 10° C. bis + 20° C. nur ohngefähr $\frac{3}{5}$ — $\frac{4}{5}$ des in der ausgeathmeten Luft enthaltenen Wassers auf Rechnung der Lungenexhalation bringen können. Man sieht nun ein, dass wenn die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, jede derartige Rechnung complicirt und nur für den besondern Fall richtig sein kann. Um also ein einigermassen allgemein gültiges Resultat zu erhalten, müssten Versuche bei verschiedenen Feuchtigkeits- und Wärmezuständen, bei verschiedenem Drucke der Luft, bei vielen Individuen verschiedenen Geschlechts, Alters, Brustbaues u. s. w. vorgenommen werden.

Ueber die Qualität der Lungenausdünstung ist bis jetzt nur wenig bekannt, doch scheint das Wasser mit sehr wenigen organischen Stoffen geschwängert zu sein, die sich nach den verschiedenen Lebensverhältnissen mannigfach abändern, denn nach Abernethy wird die gesammelte Lungenausdünstung nach einiger Zeit trübe, riecht übel und reagirt alkalisch, giebt auch mit Salzsäure einen Niederschlag. Collard de Martigny[3]) giebt die Bestandtheile der Lungenausdünstung wie folgt an: Wasser 0,907, Kohlensäure 0,090 und 0,003 organische Materie.

---

1) Bichat, Allg. Anatomie, übers. v. Pfaff. II. 2. Abthlg. p. 211. — 2) Valentin, Physiologie des Menschen. I. 542. — 3) *Collard de Martigny, in Magendie, Journ. de physiologie. X.* 144.

Nutzen. Durch die Hautausdünstung wird dem Körper eine Menge Wasser entzogen, dessen Verdunstung auf der Oberfläche stets eine Abkühlung erzeugen muss, wodurch die normale Wärme des Körpers erhalten wird; durch diese Ausdünstung wird auch die Haut geschmeidiger und beweglicher erhalten (eine trockene Haut bekommt Risse); ferner wird durch die Weichheit die Sinnesthätigkeit der Haut, das Gefühl im Allgemeinen und das Getaste der Fingerspitzen insbesondere, unterstützt. Obgleich die chemische Untersuchung des Schweisses nur Stoffe nachgewiesen hat, die als Folgen der allgemeinen Stoffmetamorphose überall vorkommen und daher wohl auch durch jedes andere Ausscheidungsorgan fortgeschafft werden könnten, so ist doch schon eine plötzliche theilweise Unterdrückung der Hautthätigkeit oft mit bedeutender Störung der Gesundheit verbunden, die nicht eher sich wieder ausgleicht, bis zur bestimmten Zeit wirklich critische Schweisse erfolgen, deren verschiedene chemische Beschaffenheit sich oft durch deutlich sauren Geruch (Milchsäure) ausdrückt. Ein in acuten Rheumatismen und Catarrhen zu zeitig eintretender symptomatischer Schweiss ist ohne Wirkung auf die Entscheidung der Krankheit und die Haut zeigt bei seiner Absonderung lange nicht den lebendigen Turgor und die sanfte Wärme, wie bei critischen Schweissen. Völlige Trockenheit der Haut in Krankheiten ist stets ungünstig. Eine plötzliche allgemeine oder weit ausgebreitete Aufhebung der Hautthätigkeit ist allemal tödtlich. Wie nachtheilig Unreinlichkeit, Mangel der nöthigen Hautcultur ist, sehen wir an den scrophulösen, cachectischen Kindern der Armen. Somit ist aus der Wirkung der Hautausdünstung auf das Wohlbefinden zu schliessen, dass ausser der blossen Verdunstung noch eine vitale Absonderung unter dem Einflusse des Nervensystems stattfinde und Edward's [1]) nimmt an, dass die Menge des vital abgesonderten animalischen Stoffes zu dem verdunstenden Wasser, bei einer Temperatur nicht über 20°, sich verhalte wie 1 : 5. Was den physiologischen Nutzen der Lungenausdünstung anbetrifft, so kommt er in Bezug auf die Abkühlung des Körpers mit der Hautausdünstung überein und da die Lungen

---

1) Edwards, in Froriep's Notizen. Nro. 150. 151.

schon die ihnen eigenthümliche Function der Respiration haben, so kann man wohl ohne Fehler annehmen, dass diese Lungenausdünstung keinen anderweitigen physiologischen Zweck habe, sondern nach physikalischen Gesetzen mit dem Vorgange der Respiration unzertrennlich verbunden sei.

§. 41.

Harnstoff, *Urea s. Ureum*, C1 H4 N2 N1 oder C2 H3 N4 O2, Liebig und Wöhler. Der Harnstoff ist ein bei der natürlichen Stoffmetamorphose sich bildendes Zersetzungsproduct, das in seiner Reinheit bei langsamer Krystallisation farblose, lange, schmale, vierseitige Prismen mit schiefer Endfläche darstellt, beim raschen Krystallisiren zu feinen, seidenglänzenden Nadeln anschiesst. In gewöhnlicher mittlerer Temperatur ist der Harnstoff zu gleichen Theilen im Wasser löslich, ist die Lösung concentrirt, so zersetzt er sich nicht leicht, Alkohol löst bei gleicher Temperatur $\frac{1}{5}$ seines Gewichtes. Von Aether, von ätherischen Oelen wird nur sehr wenig Harnstoff aufgenommen. Characteristisch ist das Verhalten des Harnstoffes zur Oxalsäure: beide Stoffe in concentrirter Lösung zusammengebracht schiessen bald in kleinen krystallinischen Blättchen an, ebenso bildet concentrirte Salpetersäure, die erst durch Kochen von aller Verunreinigung mit salpetriger Säure befreit ist, mit Harnstoff rasch weisse blättrige Krystalle. Nach G. Busk können sehr kleine, sonst nicht zu bemerkende Mengen Harnstoff daran erkannt werden, dass sie die Krystallform des Kochsalzes aus dem *Hexaëder* in das *Octaëder* umwandeln. Wenn Harnstoff über 120° erhitzt wird, so zersetzt er sich, Ammoniak entweicht und Cyanürsäure bleibt zurück, noch stärker erhitzt wird letzere in Cyansäurehydrat umgewandelt, welche sich mit Ammoniak wieder zu Harnstoff vereinigt. Wird der Harn der langsameren Fäulniss überlassen, so verwandelt sich der darin enthaltene Harnstoff in kohlensaures Ammoniak [1]), denn seine Elemente sind genau in dem Verhältnisse zugegen, dass unter Zutritt von Wasser aller

1) Liebig, Thierchemie. 145.

Kohlenstoff in Kohlensäure, aller Stickstoff in Ammoniak übergehen kann.

1 At.	Harnstoff	$C2\ N4\ H8\ O2$
2 -	Wasser	— — $H4\ O2$
		$C2\ N4\ H12\ O4.$
2 At.	Kohlensäure	$C2$ — — $O4$
2 -	Ammoniak	— $N4\ H12$ —
		$C2\ N4\ H12\ O4.$

Die Darstellung des Harnstoffes kann auf drei oder vier verschiedene Methoden geschehen:

1) Durch Oxalsäure. Der abgedampfte und vollkommen ausgetrocknete Harnrückstand wird mit Alkohol so lange behandelt, als dieser noch etwas auflöst, der Alkohol wird wieder abdestillirt, der Rückstand in Wasser gelöst, durch Blutlaugenkohle entfärbt, der nun filtrirten und erwärmten Flüssigkeit wird Oxalsäure, so viel sie aufnehmen kann, zugesetzt, die bei Erwärmung bis 100° anschiessenden rothen Krystalle werden wieder entfärbt. Diese Krystalle sind nun mit kaltem Wasser abzuwaschen, in kochendem zu lösen und zur Krystallisation zu bringen. Dieser oxalsaure Harnstoff wird in siedendem Wasser mit fein pulverisirtem kohlensauren Kalke zersetzt, es bildet sich oxalsaurer Kalk; es wird nun filtrirt und abgedampft und den noch mit oxalsaurem Kalke verunreinigten Harnstoff reinigt man durch Auflösen in wasserfreiem Alkohol, welcher das oxalsaure Salz zurücklässt. Aus dieser alkoholischen Lösung gewinnt man durch Krystallisation den reinen Harnstoff.

2) Durch Salpetersäure. Der zur Syrupsdicke abgedampfte Harn wird unter Einfluss künstlicher oder natürlicher Kälte mit dem dreifachen Volumen reiner Salpetersäure versetzt, dadurch scheidet sich der salpetersaure Harnstoff in fester Form ab, der zum Abtröpfeln auf ein Filtrum gebracht, auf trocknen Ziegelstein gelegt und dann zwischen Löschpapier ausgepresst wird. Nach dem Auflösen in kochendem Wasser wird diese Masse wiederum zur Krystallisation gebracht, nochmals aufgelöst, entfärbt, dann mit kohlensaurem Baryt oder Bleioxyd zersetzt und die Lösung im Wasserbade abgedampft. Dem Rückstande wird durch das fünf-

fache Gewicht kalten Alkohols der Harnstoff entzogen, dieser bis auf $\frac{1}{5}$ abdestillirt, der Rückstand heiss filtrirt und zur Krystallisation hingestellt.

Die übrigen Methoden sehe man in den Handbüchern von Lehmann, Simon, Berzelius u. s. w., ebenso die Methode ihn künstlich darzustellen.

Vorkommen. Der Harnstoff macht $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der mit dem Harne ausgeleerten festen Stoffe aus. Seine Quantität wechselt sehr, denn da er ein Product der Stoffmetamorphose ist, so wird nach körperlichen Anstrengungen, bei denen mehr organische Masse als gewöhnlich zersetzt wird, auch die Menge des Harnstoffes im Harne vermehrt werden, wie es auch Lehmann [1]) am eignen Harne fand. Dieser Stoff kann daher auch nur unter ganz besondern Umständen in Krankheiten, z. B. *Diabetes mellitus*, fehlen; er muss sich selbst dann noch finden, wenn dem Körper von Aussen Nichts zugeführt wird, denn die Umsetzung oder Zersetzung der organischen Masse dauert darum doch fort; so fand auch Lassaigne in dem Urine eines Geisteskranken, der vierzehn Tage gefastet hatte, doch noch Harnstoff. Die Menge des Harnstoffes muss aber auch nach der verschiedenen Diät wechseln; wird durch dieselbe dem Körper viel Stickstoff zugeführt, wie bei animalischer Diät, so wird der überschüssige Stickstoff als Harnstoff ausgeschieden; bei vegetabilischer oder gar stickstofffreier Nahrung wird dagegen die Menge des Harnstoffes im Urine vermindert. Lehmann hat über diese Verhältnisse ausgezeichnet schöne Untersuchungen angestellt. Nach mehrtägiger ausschliesslich animalischer Kost wurden täglich im Mittel 54,77 Gr. Harnstoff, d. i. 20,7 Gr. mehr als bei gemischter Kost, ausgeleert, bei vegetabilischer Kost wurden dagegen 22,481 Gr. Harnstoff ausgeführt.

	In 100 fest. Rückstand.	Täglich entleert.
Bei gemischter Kost	46,23	32,498 Gr.
Bei animalischer Kost	61,297	53,198 -
Bei vegetabilischer Kost	39,086	22,481 -

1) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 287. 329. 335. u. Fr. Simon, Beiträge. I. 201. 204. 205.

Berzelius [1]) schlägt die Menge des Harnstoffes zu 30,00 in 1000 Harn, und Simon [2]) zu 12,460—14,578 an.

Der Harnstoff schwindet aus dem Harne, sobald der Einfluss der Nerven auf die Nieren aufgehoben ist, wie Krimer's und Joh. Müller's bei der Betrachtung der Nerven genauer anzugebende Untersuchungen erwiesen haben. Darüber, ob Harnstoff im Blute vorkomme oder nicht, ist früher viel geschrieben und gesprochen worden, aber erst die neuern chemischen und physiologischen Studien haben dargethan, dass derselbe, als ein Product der Stoffmetamorphose, im Blute vorkommen muss, in den Nieren also nicht erst bereitet, sondern nur ausgeschieden wird und zwar so rasch, dass im Blute immer nur, wie bei andern Ausscheidungsstoffen, die eben gebildete und aus den Capillargefässen zurückgebrachte Menge vorhanden ist. Da diese nun im Verhältnisse zur Blutmasse eine unbedeutende ist, so lässt sich erklären, warum das Auffinden des Harnstoffes im Blute so schwierig wird. Lehmann macht dieses Verhältniss auf folgende Weise anschaulich: Ein ausgewachsener Mann möge 6 Kilogrammen Blut enthalten (was im Vergleich mit der von andern Beobachtern angenommenen Menge wenig ist) und in 24 Stunden 32,73 Gr. Harnstoff entleeren, die stets fortgehende Nierenabsonderung soll aber nur von Stunde zu Stunde stattfinden, also der Harnstoff von einer Stunde sich im Blute ansammeln, so würde im ganzen Blute unmittelbar vor der Ausscheidung nur 1,363 Grm. oder 0,0227% Harnstoff enthalten sein, eine Menge, die wir mit unsern Reagentien nicht nachweisen können, denn Marchand konnte in 200 Blutserum, dem er 1 Harnstoff zugesetzt hatte, nur 0,2 nachweisen. Doch ist es mehreren Chemikern gelungen, den Harnstoff auch im gesunden Blute selbst aufzufinden, z. B. Simon [1]) im Kalbsblute und im entzündlichen Menschenblute, Marchand [2]) im Rindsblute. In Krankheiten und nachdem die Nieren exstirpirt oder deren Arterien und Nerven unterbunden worden sind, ist von mehrern Chemikern der

---

1) Berzelius, Thierchemie. 458. — 2) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 355. — 3) Simon, in Joh. Müller's Archiv. 1841. 454. u. 1843. p. 30. auch: Med. analyt. Chemie. II. 497. — 4) Marchand, in Joh. Müller's Archiv. 1839. 93.

Harnstoff im Blute noch nachgewiesen worden und zwar in der Bright'schen Nierendegeneration und in der Cholera von Simon. Nach Nierenexstirpation zuerst im Blute überhaupt entdeckt von Prévost und Dumas [1]) und zwar bei Hunden, Katzen und Kaninchen; 5 Unzen Hundeblut gaben nach 2 Tagen 20 Gran Harnstoff. Ebenso bestätigten Marchand, so wie Tiedemann und Gmelin [2]) das Dasein des Harnstoffes im Blute nach Nierenexstirpation. Nach Mortification der Nierennerven schwanden die dem Harne eigenthümlichen Stoffe.

Ausser in dem Blute ist Harnstoff noch in mehrern andern Stoffen krankhafterweise gefunden worden, z. B. von Rees [3]) in dem in das Gehirn ergossenen Serum 0,415, in einer Infiltrationsflüssigkeit des Scrotum 0,105, in dem *Liquor pericardii* eine Spur, dann ein andermal in dem *Liquor amnios* [4]); von Nysten [5]) in dem bei Ischurie durch Erbrechen ausgeleerten Stoffe, von Lehmann [6]) u. A. in hydropischen Flüssigkeiten und in Gallensteinen, von Kühn in der Galle.

Bildung des Harnstoffes. Das regelmässige Vorkommen des Harnstoffes im Harne und im Blute zeigt, dass er nicht in den Nieren erst gebildet, sondern dass er schon im Blute dargestellt und durch die Nieren abgesondert wird. Ist er aber im Blute schon gebildet, so kann er auch nur ein Product der Stoffmetamorphose sein, welches zu keinem andern Zwecke tauglich ist, sondern sobald als möglich aus dem Körper ausgeführt wird. Dass der Harnstoff hauptsächlich Zersetzungsproduct der Proteinkörper sei, geht aus Lehmann's angeführten Untersuchungen hervor, welche ergaben, dass animalische Nahrung die Menge dieses Stoffes im Harne vermehrt, vegetabilische Nahrung sie vermindert, wie ja auch der Harn der Carnivoren weit reichlicher damit versehen ist als der der Herbivoren. Aber nicht allein durch das Leben verbrauchte und abgenutzte Stoffe,

---

1) Prévost u. Dumas, in Meckel's Archiv. VIII. 229. u. *Annal. de Chimie et de Phys. XXXII.* — 2) Tiedemann, Zeitschrift für Physiol. V. 1. — 3) *Rees*, *Gazette médicale. XXXIII. No.* 26. 412. — 4) *Rees*, *London. med. Gaz.* 1839. *p.* 462. — 5) *Nysten*, *Journ. de chimie médicale.* 1837. 257. — 6) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 338.

sondern auch im Ueberschusse aufgenommene stickstoffhaltige Materien scheinen als Harnstoff wieder ausgeführt zu werden, denn Lehmann und Hasse empfanden bei anhaltender und ausschliesslich animalischer Kost Hämorrhoidalcongestionen, an denen sie sonst nicht gelitten hatten, und zugleich war, wie schon bemerkt, die Menge des Harnstoffes im Urine bedeutend vermehrt. Also nur bei vorherrschend vegetabilischer Kost, oder noch sicherer beim Fasten ist der Harnstoff allein von den durch die Lebensthätigkeit zersetzten Proteinkörpern abzuleiten.

Ueber die rationelle Zusammensetzung des Harnstoffes, über welche noch sehr verschiedene Ansichten unter den gelehrtesten Chemikern existiren, sehe man die Handbücher von Simon, Lehmann, Berzelius u. A.; die Formel von Liebig und Wöhler ist Eingangs angegeben.

Von den Verbindungen des Harnstoffes erwähnen wir hier:

1) Des milchsauren Harnstoffes, welcher nach Cap und Henry in dem Urine der Carnivoren und auch in dem des Menschen vorkommt; er krystallisirt in langen, farblosen, sechsseitigen Prismen mit schiefer Endfläche, hat einen kühlenden, stechenden Geschmack, zieht aus der Luft Feuchtigkeit an und zerfliesst, löst sich also leicht in Wasser, aber auch in Alkohol, wenig in Aether. Dargestellt kann er werden durch doppelte Wahlverwandtschaft aus oxalsaurem Harnstoffe und milchsaurem Kalke, oder mühsamer aus dem Harne. Dieser wird zur Syrupsdicke abgedampft, mit Alkohol ausgezogen, der Alkohol bis zu einem geringen Rückstande wieder abdestillirt, die freie Milchsäure durch Zinkoxyd neutralisirt. Die Flüssigkeit wird nun filtrirt, zur Trockne abgedampft, der Rückstand mit wasserfreiem Alkohol behandelt und zur Krystallisation gebracht. Derselbe enthält 49,61 Harnstoff und 50,39 Milchsäure.

2) Des hippursauren Harnstoffes aus dem Harne der Pferde und Rinder, welcher auf ähnliche Art entweder aus dem Harne selbst, oder durch doppelte Wahlverwandtschaft aus oxalsaurem Harnstoffe und hippursaurem Kalke dargestellt wird.

3) Des salpetersauren Harnstoffes, weil er häufig zur Entdeckung des Harnstoffes überhaupt benutzt wird. Er krystallisirt in dünnen farblosen Blättern oder auch in festen prisma-

tischen Krystallen, zerfliesst zwar nicht an der Luft, ist aber in Wasser und in Weingeist löslich und schmeckt sauer. Er kann gewonnen werden durch Mischen einer concentrirten Harnstofflösung mit Salpetersäure.

4) Des oxalsauren Harnstoffes, welcher in langen blätterigen Krystallen anschiesst, von saurem Geschmacke ist, sich wenig in kaltem Wasser und in Alkohol auflöst, wohl aber in heissem Wasser. Aus der wässerigen Lösung wird er durch Oxalsäure niedergeschlagen. Wird meist erhalten durch directe Vermischung beider Stoffe oder wie bei der Bereitung des Harnstoffes angegeben.

	C	H	N	O	
1 At. Harnstoff	C2	H8	N4	O2	
1 - Salpetersäure	—	—	N2	O5	
1 - Wasser	—	H2	—	O1	
Salpetersaurer Harnstoff =	C2	H10	N6	O8	Berzelius.

	C	H	N	O	
1 At. Harnstoff	C2	H8	N4	O2	
1 - Oxalsäure	C2	—	—	O3	
1 - Wasser	—	H2	—	O1	
Oxalsaurer Harnstoff =	C4	H10	N4	O6	Regnault.

Die übrigen Verbindungen des Harnstoffes mit Säuren, als für uns wenig wichtig, können wir hier übergehen und erwähnen nur noch, dass man auch Verbindungen desselben mit basischen Körpern, z. B. mit Bleioxyd und Baryt, kennt.

§. 42.

Harnsäure, *Acidum uricum*, C5 H4 N4 O3 Mitscherlich, ist ebenfalls ein Product der Stoffmetamorphose, welches sich in dem Urine der Menschen, der Fleischfresser und einiger niederer Thiere findet, doch in weit geringerer Menge als der Harnstoff. Im reinen Zustande bildet sie zarte, weich anzufühlende, farblose Schuppen, welche unter dem Mikroskope bald die Form rectangulärer oder rhombischer Tafeln, bald in Gruppen geordneter Prismen zeigen. Sie ist im Wasser fast gar nicht auflöslich, nach Mitscherlich braucht sie 10000 Wasser zu ihrer Lösung, kochendes Wasser nimmt etwas mehr auf, lässt sie aber

beim Erkalten wieder fallen, in Aether und in Alkohol ist sie ganz unlöslich. Aufgelöst wird sie von reinen kohlensauren Alkalien und von Borax, wobei sie aber nur einen Theil der Kohlensäure und Boraxsäure verdrängen kann, denn es bildet sich doppelt kohlensaures und doppelt harnsaures Alkali; ebenso beim Borax. Characteristisch ist ferner noch das Verhalten der Harnsäure zur Salpetersäure: nachdem nämlich durch Salpetersäure in der Lösung des harnsauren Kali ein weisser Niederschlag entstanden, wird er durch Ueberschuss des Fällungsmittels wieder gelöst, die Flüssigkeit bleibt aber trübe und wird erst beim Erwärmen unter Entwickelung salpeteriger Säure wieder hell. Reine Harnsäure mit etwas verdünnter Salpetersäure zusammengebracht entwickelt bei gewöhnlicher Temperatur schon Gas, beim Erwärmen geschieht dieses aber mit Aufbrausen und bei Zusatz von etwas Ammoniak nimmt die vorher gelbliche Flüssigkeit eine schöne purpurrothe Färbung an. In Schwefelsäure ist sie auch ohne Zersetzung löslich und wird daraus durch Wasser gefällt.

Die Darstellung aus Menschenharn ist sehr schwierig und gewährt wenig Ausbeute. Man wählt daher lieber die Excremente von Schlangen oder Dohlen, kocht diese erst mit Spiritus, löst dann durch verdünnte Salzsäure die vorhandenen Kalksalze auf, der Rückstand wird durch Kali gelöst und die Lösung zum Theil abgedampft, wodurch die Krystallisation des harnsauren Kali erlangt wird, welches man wieder durch Salzsäure zersetzt. Oder es werden die Excremente der Schlangen mit Wasser, dann mit Weingeist behandelt, hierauf mit kochend heissem Wasser vermischt und so lange kaustisches Kali zugesetzt, bis sich alle Säure gelöst hat, darauf heiss filtrirt und zur Krystallisation hingestellt.

Vorkommen. Beim Menschen ist die Harnsäure bis jetzt nur im Harne gefunden worden und zwar ohngefähr im Mittel 0,1%, Lehmann[1]) entleerte durchschnittlich in 24 Stunden 1,1522 Grm. Auch die Harnsäure wird wie der Harnstoff bei animalischer Kost vermehrt, aber nicht in so auffallendem Verhältnisse,

1) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 348.

denn Lehmann entleerte bei Fleischkost in 24 Stunden 1,478 Grm. Harnsäure. Nach Magendie [1]) wird die Menge der Harnsäure bedeutend vermehrt bei stickstoffreicher Nahrung und wenig Bewegung (?), vermindert aber oder selbst ganz verdrängt bei ausschliesslich vegetabilischer Nahrung; auch Joh. Müller [2]) tritt dieser Meinung bei. In Krankheiten oder überhaupt bei abgeänderten Lebenszuständen erleidet auch die Menge der Harnsäure eine Modification; so soll nach Fourcroy [3]) bei geringer Thätigkeit der Haut, also im Winter, der Harn weniger Harnsäure enthalten und Marcet [4]) will, ganz damit in Uebereinstimmung, während starken und anhaltenden Schwitzens wenig Harnsäure im Urine gefunden haben, dem aber Lehmann widerspricht. Von grösserem Einflusse scheinen Störungen der Verdauung und Blutbereitung zu sein, denn schon bei einfachen Indigestionen fand Lehmann eine Vermehrung der Harnsäure, denn während im Normalzustande das Verhältniss der Harnsäure zum Harnstoffe 1 : 30 — 28 ist, so war es jetzt 1 : 26 — 23; daher sehen wir in leichten gastrischen Zuständen, in den gastrischen Fiebern, bei Unterleibsplethora, bei Hämorrhoiden und den aus diesen hervorgehenden gichtischen Krankheiten starke Sedimente des Urins, die meist aus reichlich abgesonderter Harnsäure bestehen, und bekanntlich sind die Gichtconcremente aus harnsauren Salzen mit thierischer Materie zusammengesetzt. Die Ursachen zu diesen Krankheiten liegen aber meistens in einer fehlerhaften Diät, sei diese, wie bei reichen Gichtkranken, zu reichlich, zu nährend und zu reizend, bei wenig körperlicher Anstrengung, oder, wie bei armen Kranken dieser Art, zu geringfügig, zu wenig nährend, auch wohl zu schwer verdaulich und mit dem Genusse des Branntweins verbunden. Eine Unordnung in den Digestionsorganen und in dem Blutlaufe des Unterleibes scheint aber doch allemal die Erzeugung der Harnsäure zu begünstigen, die sich dann bald als Gicht bald als Steinkrankheit ausspricht.

Zur bequemeren Uebersicht theilen wir in Zahlen das Ver-

---

1) *Magendie, Précis élément. II.* 475. — 2) Joh. Müller, Physiol. 2. Aufl. I. 572. — 3) *Fourcroy, Syst. de connaiss. chimiques. X.* 236. — 4) *Marcet, An essay on the chemical history and medical treatement of colcoalous disorders.*

hältniss des Harnstoffes und der Harnsäure mit; 100 fester Rückstand enthielten:

	Berzelius.	Lehmann.			Simon.	
Harnstoff	45,10	49,68	48,39	49,10	33,88	33,10
Harnsäure	1,50	1,61	1,57	1,63	1,60	1,60

Im Thierreiche wird die Harnsäure auch sehr ausgebreitet gefunden, doch vorzugsweise bei den fleischfressenden Säugethieren, bei den Vögeln, besonders den Raubvögeln und den Seevögeln; unter den Amphibien scheiden besonders die Schlangen die Harnsäure sehr reichlich aus, auch bei den Seidenwürmern ist sie gefunden worden. Ausserdem wird sie auf einigen Inseln der Südsee so reichlich angetroffen, dass sie als ein sehr geschätztes Düngemittel unter dem Namen *Guano* verfahren wird; sie rührt hier von den die Insel seit Jahrtausenden allein bewohnenden Seevögeln her. Bei den grasfressenden Säugethieren wird die Harnsäure durch Hippursäure ersetzt und selbst bei Thieren, die eigentlich Harnsäure bilden, scheint sie zu schwinden, sobald die stickstoffhaltige Nahrung fehlt, denn Hünefeld [1]) führt an, dass Chevreul in dem Harne von Hunden, welche anhaltend mit Pflanzenstoffen gefüttert worden waren, keine Spur von Harnsäure gefunden habe.

Im Blute ist die Harnsäure noch nicht gefunden worden, kann auch nicht gefunden werden, da ihre Quantität für unsere chemischen Reagentien zu unbedeutend ist, da ja schon die Entdeckung des dort viel reichlicher vorhandenen Harnstoffes seine grossen Schwierigkeiten hatte. Ist doch selbst das Verhältniss der Harnsäure im Urine noch nicht ganz klar, der Urin enthält nämlich immer noch weit mehr dieses Stoffes, als eine gleiche Quantität Wasser je aufgelöst enthalten könnte, und doch scheint sie nicht etwa an ein Alkali gebunden zu sein, denn das wenigstens, was nach dem Erkalten niederfällt, ist nach Berzelius [2]) freie Säure, die sich allerdings bisweilen mit Kali verbindet und dann nicht Blättchen oder Schuppen, sondern eine körnige krystallinische Masse darstellt, die in 480 Theilen Wasser löslich ist. Auch

1) Hünefeld, Physiologische Chemie. I. 150. — 2) Berzelius, Thierchemie. 418.

harnsaures Natron kommt bisweilen vor und ist vorigem sehr ähnlich. Harnsaures Ammoniak ist noch seltner und bildet eine krystallinische, pulverige Masse. Diese drei Salze, so wie harnsaure Magnesia und harnsaurer Kalk bilden oft die Grundmasse von Harnsteinen so wie der Gichtconcremente.

Entstehung der Harnsäure. Das beständige Vorkommen dieser Säure im Harne der Menschen und sehr vieler Thiere, deren Vermehrung unter bestimmten, schon angegebenen Umständen, deren Vorkommen in den Gichtconcrementen und endlich die Analogie mit dem Harnstoffe sprechen dafür, dass sie ebenfalls ein Product der Stoffmetamorphose und zwar der Zersetzung stickstoffhaltiger Körper sei, welches also nicht erst in den Nieren entsteht, sondern überall im Blute gebildet wird, aber sogleich als ein ferner ganz unbrauchbarer Ausscheidungsstoff zu den Nieren geführt und dort ausgeschieden wird. Es entsteht nur noch die Frage, wie es kommt, dass neben dem ähnlich constituirten Harnstoffe auch noch Harnsäure gebildet und ausgeschieden wird? Konnten die Elemente, welche bei der Stoffmetamorphose sich zur Harnsäure gruppiren, nicht sogleich mit den Elementen des Harnstoffes zu einem Körper zusammentreten? Die Ansicht Wöhler's und Liebig's [1]), dass die Harnsäure zusammengesetzt gedacht werden könne aus Harnstoff C2 H8 N2 02 + Uril C8 N4 04 04, wird schon von Berzelius widerlegt und führt zu keiner physiologischen Aufklärung, denn man fragt dann: wo kommt das Uril her? Liebig [2]) leitet die Entstehung der Harnsäure von Mangel an Bewegung in freier Luft ab, wodurch die zur Oxydation der umgesetzten Stoffe nöthige Menge Sauerstoff nicht zugeführt wird, die Harnsäure soll aber sogleich schwinden, sobald dieser nöthige Sauerstoff aufgenommen wird. Dadurch nähert sich Liebig der Ansicht von Coindet [3]) insofern, als dieser die Harnsäure als ein durchaus krankhaftes Product ansah. Dem scheint zwar das regelmässige Vorkommen dieser Säure im Harne, der Einfluss, den Speisen und Getränke schon vorübergehend auf die Menge der sich bildenden Harnsäure

1) Wöhler u. Liebig, Annalen der Pharmacie. XXVI. 241. — 2) Liebig, Thierchemie. 127. 134. — 3) *Coindet, Bibliothèque universelle des sciences. XXX.* 507.

haben, zu widersprechen, auf der andern Seite aber ist es auch bestimmt wahr, dass Harnsäure bei nicht gehöriger Verdauung, bei Störungen im Blutlaufe des Unterleibes und davon abhängiger fehlerhafter Blutmischung (Gicht, Stein) reichlich gebildet wird. Aber auch die Hautthätigkeit scheint von Einfluss auf die Bildung der Harnsäure zu sein, denn ausser den schon angegebenen Bemerkungen von Fourcroy und Marcet lehrt die Erfahrung, besonders die Armenpraxis in grossen Städten, dass Personen, die häufigem Wechsel der Temperatur, heftigen Erkältungen u. s. w. ausgesetzt sind, im Alter fast regelmässig an Gicht leiden, z. B. die Waschfrauen. Dasselbe soll der Fall sein bei den Arbeitern der Hohöfen, Eisenhämmer u. s. w., welche, trotzdem dass sie keine sitzende Lebensart führen, oft an Hämorrhoiden u. s. w. leiden. Dabei ist noch zu bemerken, dass beide der angeführten Classen von Arbeitern auch meist eine grobe, wenig nährende Diät führen, die ersteren eine sehr mit warmen Wasserdämpfen geschwängerte, letztere oft eine sehr verdünnte Luft athmen, also die Menge des eingeathmeten Sauerstoffes geringer ist, als beim Athmen in freier Luft, welcher Umstand allerdings für die Liebig'sche Ansicht spricht.

Nach dem Gesagten würde man Folgendes von der Harnsäure urtheilen können: Dieselbe kommt regelmässig, wenn auch in viel geringerer Menge als der Harnstoff (1 : 30), im Harne vor, sie ist, wie der Harnstoff, ein Product der Stoffmetamorphose, dessen Bildung besonders durch fehlerhafte Diät bei geringer Bewegung in freier Luft begünstigt wird, also bei fehlerhaft bereitetem Chylus verbunden mit nicht hinlänglicher Aufnahme von Sauerstoff. Die überschüssige Harnsäure zeigt sich Anfangs als pulveriges, fein schuppiges, oft röthlich gefärbtes Sediment im Harne, später giebt sie Veranlassung zur Bildung von Harnsteinen oder zur Ausbildung der Gicht. Einen physiologischen Nutzen kann man ihr sonach nicht zuschreiben, höchstens insofern, als durch ihr Ausscheiden Stoffe aus dem Körper entfernt werden, welche derselbe nicht ferner verwenden kann und deren Rückhalten ihm schädlich ist.

Ueber die Zersetzungsproducte der Harnsäure fügen wir hier nur Folgendes bei, weil es die nahe Verwandtschaft der

Harnsäure mit dem Harnstoffe und dem Allantoin anzeigt. Wird nämlich 1 Harnsäure mit 2 Wasser gekocht und so lange Bleihyperoxyd zugesetzt, als sich dasselbe noch entfärbt, so bildet sich oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin. Auf diesen Vorgang gründeten auch Liebig und Wöhler ihre Ansicht, dass Harnsäure aus Harnstoff und Uril bestehe, und erklären denselben in folgender Art: Der Sauerstoff des Hyperoxydes trennt die Harnsäure in Harnstoff und Urilsäure, der Harnstoff wird frei, die Urilsäure nimmt aber Sauerstoff und Wasser auf und zerlegt sich dabei in Oxalsäure und Allantoin.

$$\begin{array}{llcl} \text{Urilsäure } C8\ N2\ O4 = & C3\ O4 & + & C4 - N2 \text{ dazu} \\ & O2 & & - H3 - O3 \\ \hline \text{Oxalsäure} = & C4\ O6 & & \text{Allantoin} = C4\ H3\ N2\ O3 \end{array}$$

§. 43.

Einige andere Zersetzungsproducte der organischen Masse, welche bei dem natürlichen Stoffwechsel gebildet und mit dem Urin entleert werden, sind für eine allgemeine Uebersicht des Stoffwechsels von geringer Wichtigkeit, werden daher hier nur kurz angeführt und finden in der speciellen Physiologie ihre besondere Betrachtung.

Allantoin, C8 N8 H12 O6, Liebig und Wöhler, kommt nur im Harne des Fötus, im *Liquor allantoidis*, vor und scheint dort das wesentlichste Ausscheidungsproduct zu sein. Da es im Harne Neugeborner nicht vorkommt, so dürfte die Respiration von Einfluss auf dessen Bildung sein. Künstlich kann es sehr leicht aus Harnsäure dargestellt werden, doch ist es bis jetzt noch nicht möglich, die Entstehung des Allantoin chemisch zu erklären und dessen Nothwendigkeit darzuthun.

Harnbenzoesäure, Hippursäure, C18 H16 N2 O5 + H2 O, kommt vor im Harne der Herbivoren und ganz kleiner Kinder, auch nach Lehmann im Harne Diabetischer. Ihr geringer Gehalt an Stickstoff trifft im Allgemeinen mit der nur in geringer Menge von Herbivoren und kleinen Kindern aufgenommenen stickstoffhaltigen Nahrung überein.

Harnzucker, Krümelzucker, kommt nur im Harne Diabetischer vor, im normalen Harne aber nie, und obgleich seine Entstehung im Körper chemisch noch nicht erklärt ist, so deutet doch die ganze Form der Krankheit, bei der er gefunden wird, auf ein tiefes Gesunkensein der plastischen Thätigkeit, bei der es nicht mehr zu der eigentlich animalischen Stoffausscheidung kommt, sondern nur vegetabilische Stoffe ausgesondert werden.

§. 44.

Ammoniak. Mit Recht findet das Ammoniak seine Stelle ganz am Ende der Ausscheidungsstoffe, denn es kommt wohl kaum in den noch belebten gesunden Säften des Körpers vor, sondern nur in Flüssigkeiten, die eben im Begriffe sind aus dem Körper zu treten oder die eine krankhafte Mischung angenommen haben. So ist Ammoniak gefunden worden in dem Schweisse von Anselmino [1]) und Simon [2]) (der Schweiss aus der Achselgrube giebt seinen Ammoniakgehalt schon durch den Geruch zu erkennen), ferner soll er nach Berzelius [3]), Simon [4]) u. A. in dem Harne als harnsaures Ammoniak vorkommen. Der von Prout im Magensafte angenommene Salmiak ist sehr fraglich, denn er kann eben so leicht wirklich im Magensafte vorhanden sein, als er sich bei der Behandlung ausserhalb des Körpers erst bildet. Wie leicht aber Proteinkörper Ammoniak ausgeben, zeigen die Erfahrungen Lehmann's [5]); dieser beobachtete nämlich, dass Eiweiss, welches durch Salzsäure gefällt und durch Salzsäure ausgewaschen war, beim Erwärmen mit verdünnter Kalilauge allemal Ammoniak entwickelte. Wurde Magenschleimhaut noch so sorgfältig ausgewaschen und dann mit höchst verdünnter Salzsäure versetzt, so konnte in dem Abdampfungsrückstande doch allemal durch Erwärmen mit Kalilauge Ammoniak nachgewiesen werden. Lehmann benutzt diese Erscheinung zu einem Wahrscheinlichkeitsbeweise, dass der Salmiak des Magensaftes erst Product der Behandlung sei; aber eben dieser Leichtigkeit

---

1) Anselmino, in Tiedemann's Zeitschrift für Physiologie. II. 321. — 2) Simon, Med. analyt. Chemie. II. 329. — 3) Berzelius, Thierchemie. 416. — 4) Simon, a. a. O. 345. — 5) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 162.

wegen, mit welcher Proteinkörper Ammoniak geben, ist bei der Gegenwart von Salzsäure im Magen die Möglichkeit nicht ganz zu leugnen, dass auch im lebenden Magen Ammoniak gebildet werden könne. Die Richtigkeit der Beobachtung Prout's ist daher gar nicht in Zweifel zu ziehen, nur lässt sich nicht entscheiden, ob der Salmiak schon im lebenden gesunden Magen vorhanden war, oder ob er erst Folge der chemischen Behandlung ist. In den wesentlichen Säften des Körpers, als im Blute, im Chylus und in der Milch, so wie in der gesunden Galle, giebt kein Beobachter Ammoniak mit an. Krankhafterweise ist Ammoniak bisweilen in der Galle vorgekommen, so z. B. in der Galle eines Icterischen, welche Chevalier analysirte, fand sich schwefelwasserstoffsaures Ammoniak, doch gewiss nur in Folge einer rasch nach dem Tode vorgegangenen Zersetzung. Eine ähnliche Beobachtung hat auch Lehmann bekannt gemacht, nur giebt er das Gefundene als Schwefelammonium an; auch Johne nennt als Bestandtheile einer krankhaften Galle freies, schwefelsaures und salzsaures Ammoniak.

Aus allen diesen Angaben geht aber doch mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass Ammoniak, wo es gefunden wird, ein Zersetzungsproduct sei, aber nicht aus der lebendigen Stoffmetamorphose hervorgegangen, sondern durch eine nach unorganischen Gesetzen erfolgte Zersetzung eines stickstoffhaltigen Körpers gebildet.

§. 45.

Allgemeine Uebersicht des Stoffwechsels. Nur in der Bewegung ist Leben, Stillstand ist Tod, sowohl in Bezug auf mechanische als chemische Verhältnisse; je stärker die mechanische Bewegung, desto stärker der chemische Umsatz. In dem latenten Leben des Eies ist keine mechanische Bewegung wahrzunehmen, und doch besteht durch die Eischaale ein Stoffwechsel mit der atmosphärischen Luft. Sobald aber Lebensthätigkeit, Bewegung in das Ei kommt, wird der Stoffwechsel viel lebendiger, viel thätiger. Mit jeder Aeusserung des Lebens, mit jeder Thätigkeit eines Organs ist ein vermehrter, ein rascherer Umsatz der Materie unmittelbar verbunden.

Der Organismus bereitet keine neuen Stoffe, wozu ihm nicht von Aussen her die Materialien geliefert werden, ja die wesentlichsten Stoffe, die Proteinkörper, bildet er nicht einmal, er ändert sie nur um, nachdem er sie von der Pflanzenwelt empfangen hat. Nimmt ja auch schon die Pflanze ausser dem Sauerstoffe keine reinen Elemente auf, sondern die unorganische chemische Verwandtschaft bereitet die Stoffe vor, welche sie zu ihrer Ernährung aufnimmt, nämlich Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salze. Wie also die unorganische Chemie Nahrungsstoffe für die Pflanzen vorbereitet, so bereitet die Pflanze die wesentlichsten Nahrungsstoffe für das Thier vor, nämlich die Proteinkörper und das Fett, Oel oder Amylum, Gummi und Zucker, aus denen der Thierkörper sehr leicht Fett bereiten kann.

Die dem Körper nöthigen unorganischen Stoffe werden alle von aussen zugeführt, keiner kann ursprünglich im Körper gebildet, sondern nur durch Anregung und Benutzung der chemischen Verwandtschaften zum Zwecke des Organismus verändert werden, der Sauerstoff des Blutes dient dabei als Oxydations- und Zersetzungsmittel.

Die Ausscheidungsstoffe des Körpers werden durch eine Art Elementaranalyse der schon gebrauchten organischen Masse, durch eine Art Verbrennung bereitet. In demselben Momente aber, wo unter dem Zutritte von Sauerstoff die Elemente der organischen Masse getrennt werden, treten sie zu neuen, sauerstoffreichen Gruppen, Auswurfsstoffen zusammen.

Die Nahrungsmittel bestehen theils aus Proteinverbindungen vegetabilischen oder animalischen Ursprungs, theils aus Fett oder andern stickstofffreien Stoffen. Was nun die Proteinverbindungen anbetrifft, so werden diese im Magen durch Pepsin mit Salzsäure und wahrscheinlich auch mit Milchsäure aufgelöst und von den Venen und Lymphgefässen des Darmkanals aufgenommen. In den Lymphgefässen finden wir die Proteinkörper als Eiweissstoff und nach dem Durchgange durch die Lymphdrüsen auch als Faserstoff und Globulin wieder; letzteres bildet die sogenannten Lymphkörperchen und ist, selbst phosphorfrei, aus dem phosphorhaltigen Albumin hervorgegangen. Bei dieser Umwandlung scheint der Phosphor an das Fett zu treten, denn das im Darm-

kanale noch phosphorfreie Fett wird in den Blutkörperchen als phosphorhaltig gefunden (Berzelius). Auch die mit den Speisen und Getränken genossenen Salze sind mit in die Säftemasse übergegangen. Sonach ist eine Flüssigkeit bereitet worden, welche als Chylus des Milchbrustganges die genossenen Proteinkörper in Form des Eiweissstoffes, Faserstoffes und Globulins, neu gebildetes oder aus dem Darmkanale aufgenommenes Fett, Salze und, der einmündenden Lymphgefässe wegen, die aus den Gebilden des Körpers zurückkommende Lymphe enthält. Dieser Chylus giebt sonach das wesentliche Material zur Bildung des Blutes und wird als Ersatzmittel demselben in der linken Schlüsselbeinvene beigemengt. Mit diesem Venenblute strömt nun auch der Chylus nach dem Herzen und wird dadurch wahrscheinlich mechanisch inniger mit dem Blute gemengt. Der Grund aber, warum der mit der Lymphe gemischte Chylus mit dem Venenblute so rasch nach den Lungen geführt wird, kann folgender sein: der von dem Darmkanale kommende Chylus hat sich zwar bei seinem Durchgange durch die Gekrösdrüsen in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften dem Blute schon sehr genähert, allein um dessen Natur ganz anzunehmen, um in dasselbe überzugehen, muss er den Einfluss des Sauerstoffes erfahren. Sein Faserstoff scheint dadurch erst seine völlige Ausbildung, seine Gerinnbarkeit zu erlangen (man denke an die Fellenberg'sche Untersuchung des Faserstoffes). Die Proteinoxyde können nur durch Aufnahme von Sauerstoff dargestellt werden, ebenso wie die Blutkörperchen als Träger des Sauerstoffes sich gewiss nur unter dessen Einflusse aus den Lymphkörperchen bilden können. Dass alle diese Veränderungen nicht urplötzlich in den Lungen vollbracht, sondern dort nur den ersten Impuls erhalten, um im weitern Laufe des Blutes erst vollendet zu werden, ist höchst wahrscheinlich, denn der von den Blutkügelchen aufgenommene Sauerstoff wird stets und überall streben, mit den übrigen im Blute vorhandenen Stoffen Verbindungen einzugehen. Soviel hier einstweilen von dem Einflusse des Sauerstoffes auf den Chylus, mehr davon bei der Blutbildung.

Was nun den Einfluss des Athmens auf das nach den Lungen strömende Venenblut anbetrifft, so entledigt sich letzteres zu-

erst eines von der Stoffmetamorphose der Organe herrührenden Zersetzungsproductes, der Kohlensäure, welche, so lange der Körper gesund ist, wie wir schon erfahren haben, in sehr reichlicher Menge von der, durch die feinsten Capillargefässe vertheilten und daher von allen Seiten mit atmosphärischer Luft umgebenen Blutmasse abdunstet. Das Venenblut nimmt aber auch Sauerstoff auf. Dieser Sauerstoff wird nun entweder nur von den Blutkörperchen aufgenommen und von diesen fortgeführt, um einige neue Verbindungen schon während des Blutlaufes von den Lungen zu dem Capillargefässnetze des Körpers einzugehen, hauptsächlich aber um bei der Stoffmetamorphose in den Organen seine hauptsächlichste Rolle zu spielen, oder der aufgenommene Sauerstoff tritt sogleich an eine Proteinverbindung, am wahrscheinlichsten an Eiweiss, als den am wenigsten bestimmten, aber bestimmbaren Stoff und bildet die Proteinoxyde, die nun von dem Blute in die Capillaren des Körpers geführt und zur Darstellung neuer Gewebe verwendet werden.

Am wichtigsten aber und der letzte Endzweck der Blutcirculation und Respiration ist die Umsetzung der Gebilde in den Geweben. Das auf eben bemerkte Art durch die Respiration in atmosphärischer Luft veränderte Blut, das Arterienblut, wird nun durch den Herzschlag und die übrigen Hülfsmittel der Circulation in das Capillargefässsystem des Körpers getrieben und giebt dort die zur Bildung der Gewebe nöthigen Stoffe, Eiweissstoff, Faserstoff und Proteinoxyde ab, der Sauerstoff der Blutkügelchen tritt an die bei der Action der Gebilde benutzten und unbrauchbar gewordenen Stoffe, zersetzt sie in ihre Elemente und leitet so neue Compositionen, neue Gruppirungen der Elemente ein, die im Ganzen nur reicher an Sauerstoff sind und die Ausscheidungsstoffe darstellen. Hier tritt uns nun ein merkwürdiges Gesetz entgegen: Der in den Lungen aufgenommene Sauerstoff wird fortgeführt, immer an den Blutkügelchen haftend oder mit dem Protein als Oxyd verbunden, ohne wesentliche Zersetzungen zu veranlassen, während er, in den Capillargefässen des Körpers angekommen, von den Blutkügelchen abgeht, sich mit den bei der Action der Organe unbrauchbar gewordenen Stof-

fen verbindet, sie zersetzt und in Auswurfsstoffe umwandelt. Folglich ist die Verbindung der Elemente in den Proteinkörpern, welche noch nicht in die Gewebe eingegangen waren, noch nicht functionirt hätten, so fest und so innig, dass sie eine gewisse Quantität Sauerstoff aufnehmen und damit Oxyde bilden können, ohne eine Zersetzung zu erleiden, während die Proteinkörper, die schon einmal zur Bildung eines Gewebes gedient, schon functionirt haben, durch die organische Function in ihrer chemischen Constitution eine solche Veränderung erlitten haben, dass ihre Elemente lockerer zusammenhängen, dass sie durch Sauerstoff zersetzt in Auswurfsstoffe umgewandelt werden. Den Grund davon dürfte man darin finden, dass die Proteinkörper bei ihrem Uebergange in feste Gebilde ihre höchste Oxydationsstufe erlangen; nehmen sie nun noch mehr auf, so erfolgt die bei der Stoffmetamorphose erwähnte Zersetzung dieser Körper in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff u. s. w.

Endlich soll hier noch bemerkt werden, dass die Bildung der Auswurfsstoffe zwar wohl hauptsächlich, aber nicht ganz ausschliesslich, in dem Capillargefässsysteme geschieht, denn sowie wahrscheinlich die Bildung der Proteinoxyde hauptsächlich in den Lungen vollbracht, gewiss aber im Laufe des arteriellen Blutes noch mehr vollendet wird, so wird auch die Bildung der Auswurfsstoffe nicht in den Capillargefässen des Körpers allein und vollständig vor sich gehen, sondern sie erfolgt gewiss auch noch im fernern Laufe des Venenblutes.

Die Zersetzungsproducte der Proteinkörper und des Fettes haben wir als Wasser, Galle oder Choleinsäure, als Harnstoff und verwandte Harnsäure und als Kohlensäure kennen gelernt. Es müssen aber nach dem Gesagten die Elemente der Proteinkörper + Sauerstoff und Wasser gleich sein den Elementen der Zersetzungsproducte. Wir theilen hier das von Liebig gefundene Verhältniss der Formeln mit, als am besten geeignet, eine rasche Uebersicht zu gewähren.

5 At. Protein 15 - Amylon 12 - Wasser 5 - Sauerstoff	=	9 At. Choleinsäure 9 - Harnstoff 60 - Kohlensäure 6 - Ammoniak

Es ist nämlich

5 At. Protein	= 5 [	C48	N12	H72	O14	] =	C240	N60	H360	O 70
15 - Amylon	= 15 [	C12		H20	O10	] =	C180		H300	O150
12 - Wasser	= 12 [			H 2	O	] =			H 24	O 12
5 - Sauerstoff	= 5 [				O	] =				O 5
						Summa:	C420	N60	H684	O237

gleich

9 At. Choleinsäure	= 9 [	C38	N2	H66	O11	] =	C342	N18	H594	O 99
9 - Harnstoff	= 9 [	C 2	N4	H 8	O 2	] =	C 18	N36	H 72	O 18
60 - Kohlensäure	= 60 [	C			O 2	] =	C 60			O120
6 - Ammoniak	= 6 [		N	H 3		] =		N 6	H 18	
						Summa:	C420	N60	H684	O237

So frappant diese Uebereinstimmung in der Summe der Formeln ist, so muss doch wiederholt bemerkt werden, dass dieselben keineswegs der Ausdruck wirklich vorhandener und beobachteter Verhältnisse sind, sondern nur ein Schema, wie man sich überhaupt die Stoffmetamorphose zu denken habe, und zugleich ein Wink, in welcher Art die Forschungen über Ernährung, Bildung der Absonderungsproducte u. s. w. ferner einzuleiten sind, um zu fernern neuen fruchtbaren Resultaten zu gelangen.

Wollen wir noch ganz kurz untersuchen, warum eine Unterbrechung des Stoffwechsels wegen aufgehobener Respiration, sei es durch Verschliessung der Luftwege, sei es durch Aufenthalt in irrespirablen Gasarten, so schnell den Tod bringt. — Von den Hauptausscheidungsstoffen werden die besonders durch Reichthum an Kohle ausgezeichneten schon von dem Venenblute (die Kohlensäure nämlich von dem nach den Lungen gehenden, die Galle von dem durch die Pfortader der Leber zugeführten Venenblute) zur Ausscheidung gebracht. Der stickstoffhaltige Harnstoff wird aber bis in das Arteriensystem übergeführt und durch die *Art. renalis* zu der Niere gebracht. Schon dieses Verhältniss deutet an, dass der Kohlenstoff, besonders aber die

Kohlensäure möglichst schnell aus dem Körper geschafft werden soll. Hinsichtlich der Galle ist zu erwähnen, dass sie grösstentheils wieder resorbirt und die Unterdrückung ihrer Absonderung ziemlich lange ohne Lebensgefahr ertragen wird. Wir werden also zu betrachten haben, welchen nachtheiligen Einfluss erstens die gehinderte Aufnahme des Sauerstoffs und zweitens die gehinderte Ausscheidung der Kohlensäure herbeiführt.

Wir haben schon oft erwähnt, dass das Leben nur in und durch den steten, ununterbrochenen Wechsel der Materie besteht, doch geht in dem einen Gewebe der Wechsel langsam, wie in den Knochen, Knorpeln, Sehnen, in dem andern Gewebe dagegen rascher vor sich, wie in den weichen Häuten und den Muskeln, am raschesten aber im Gehirn. Wir können auf diesen raschen Stoffwechsel im Gehirn und Nervensystem schliessen 1) aus der grossen Menge Blut, welches dem Gehirn und Rückenmarke zugeführt wird: vier starke Arterien, in geradem Wege vom Herzen kommend, dringen zum Gehirn und verbreiten sich, was wohl auch zu beachten ist, hauptsächlich zu der grauen Masse, das Rückenmark bekommt durch jedes Zwischenwirbelloch einen nicht unbeträchtlichen Ast; 2) aus der Sorgfalt, mit der die Natur dafür gesorgt hat, dass keinem Theile des Gehirns oder des Rückenmarks das Blut abgeschnitten werden könne. Erklärt wird einigermassen die Schnelligkeit des Stoffwechsels im Gehirn durch seinen Bau. Wir wissen nämlich, dass der Stoffwechsel am lebendigsten in den Zellen ist, die noch wenig Veränderungen erfahren haben, und dass, je weiter die Zelle sich von ihrer einfachen, primären Form entfernt, desto weniger rasch die Wechselwirkung zwischen Zelle und Umgebung ist, denn die Zellwand wird härter, fester, dicker oder sie legt sich zusammen, bildet Schuppen oder der Zellinhalt wird so verändert, dass ein Stoffwechsel nur sehr langsam möglich ist (Knochenkörper), oder endlich die vorher langgestreckte Zelle spaltet sich in Fasern, wobei auch die Höhle verloren geht, folglich auch die metabolische Kraft derselben, die Schnelligkeit des Stoffwechsels, sehr beschränkt wird. Nun sind aber die Belegungskugeln der grauen Masse in ihrem Baue der unveränderten Zelle so nahe stehend, dass man wohl einen gleich raschen Umsatz der Stoffe in ihnen voraussetzen kann. Die graue Substanz

ist aber auch derjenige Theil der Centralorgane des Nervensystems, zu dem das meiste Blut geht; das Experiment hat ferner dargethan, dass die weissen Primitivfasern hauptsächlich Leiter der Nervenkraft sind und im Centralorgane wahrscheinlich nur durch das Zusammentreffen mit der grauen Substanz eine höhere Dignität erlangen, dass folglich die wesentlichen und wichtigsten Functionen von den Nervenbelegungskugeln, von der grauen Substanz ausgehen. Erwägen wir nun genau und denken wir es uns recht scharf, wie ununterbrochen und zugleich in jedem kleinsten Theile der Stoff wechseln muss, wie ein Atom nur eintritt, um sogleich nach vollbrachter Function einem andern den Platz zu räumen, wie aber eben die Function des Nervensystems nie ganz unterbrochen wird, wie nur eine Ebbe und Fluth, aber kein Stillstand der Thätigkeit des Nervensystems während des Lebens denkbar ist, so wird man einsehen, dass der Stoffwechsel in diesem Systeme am lebhaftesten sein und jede Unterbrechung desselben rasch die nachtheiligsten Folgen nach sich ziehen muss.

Es werden sonach zwei sich gegenseitig bedingende, schädliche Momente bei unterbrochenem Stoffwechsel wegen gehinderter Respiration in atmosphärischer Luft den gesammten Körper in allen seinen Systemen treffen. Dieselben werden aber dort in ihren Folgen am schwersten und zugleich am schnellsten sich zeigen, wo der Stoffwechsel am raschesten vor sich geht, im Gehirn. 1) Wird das Gehirn von den gebrauchten und nicht fortgeschafften Stoffen wie von einer schweren Luft gedrückt; 2) fehlt der belebende Einfluss des einzuathmenden Sauerstoffes, der eben wieder darin besteht, die gebrauchte Materie zu zersetzen und auf die schon oft erwähnte Art die Ausscheidungsstoffe darzustellen, welche nun mit dem Venenblute fortgeführt werden. Es muss also in jeder einzelnen Belegungskugel des ganzen Nervensystems bei gehinderter Respiration oder genauer bei gehindertem Zutritt des Sauerstoffs der Stoffwechsel stocken; es muss aber auch der Inhalt derselben durch die ununterbrochene Thätigkeit unaufhörlich in Veränderung begriffen, eben so stetig ersetzt werden, daher der geringste Mangel an Ersatz die Function ins Stocken bringen muss. Weit entfernt, Nervenkraft und Electrici-

tät für identisch zu halten, wird auch hier ein Vergleich erlaubt sein. Wie nämlich eine durch bestimmte chemische Action bedingte Electricitätserscheinung sogleich schwindet, sobald die chemische Action aufhört, eben so müssen die Erscheinungen des Lebens des Nervensystems schwinden, sobald der Stoffwechsel stockt. Alle Erscheinungen, alle Erfahrungen lassen sich nach dieser Hypothese ohne Zwang erklären.

Man entschuldige diese Abschweifung, die am Ende keine Abschweifung ist, denn es schien nicht unpassend, hier bei der ersten Uebersicht des Stoffwechsels sogleich die ganze Wichtigkeit und den gewaltigen Einfluss desselben auf alle Erscheinungen klar vor Augen zu stellen.

Wir haben auf diese Art eine naturgemässe Vorstellung von der Stoffumwandlung im Allgemeinen bekommen, wir sehen nun ein, dass dieser Stoffumsatz in den Gebilden durch Oxydation der Elemente der Proteinkörper und der Fettkörper und Zusammenstellung der getrennten Elemente in neue Gruppen geschieht. Die neuen Gruppen der Elemente, die Ausscheidungsstoffe, werden nun den ihnen bestimmten Absonderungsorganen zugeführt und dort ausgeschieden; die Galle in der Leber, der Harnstoff, die Harnsäure und die Salze in den Nieren und endlich die Kohlensäure auf den freien Flächen der Lungen und der Haut. Es bleiben aber noch, als in dieser Formel des Stoffwechsels unberücksichtigt, die Extractivstoffe und die Milchsäure übrig. Die noch sehr wenig gekannten Extractivstoffe scheinen nach den neuesten Untersuchungen nicht blosse Auswurfsstoffe, sondern ein Gemenge von diesen und Protein zu sein; sie finden sich in allen Ab- und Aussonderungen, weil sie überall gebildet sich auch überall mit einmischen müssen. Ueber die physiologische Wichtigkeit oder Unwichtigkeit muss erst noch entschieden werden.

Die Fette, theils als solche in den Körper eingebracht, theils in demselben erst gebildet, erleiden ebenfalls mannigfaltige Modificationen; schon auf dem Wege zum Blute nehmen einige Phosphor von dem aus Eiweiss sich bildenden Globulin auf, den sie dann an phosphorreiche Organe abgeben oder der bei der Verbrennung des Fettes durch den Sauerstoff des Blutes in Phosphorsäure verwandelt und an ein Alkali oder eine Erde gebunden wird,

die durch das gleichzeitige Verbrennen der Proteinkörper überall frei werden. Die verseifbaren Fette sind von der grössten Wichtigkeit, da durch sie das bei dem Zersetzen der Proteinkörper überall frei werdende Kali, Natron u. s. w. eingehüllt, chemisch gebunden wird.

Was nun endlich die unorganischen in den Körper eingehenden Stoffe betrifft, so sind diese zu seiner Existenz wesentlich nothwendig. Es besteht kein Eiweissstoff, kein Faserstoff ohne seinen bestimmten Antheil von Phosphor, Schwefel, Alkalien und Erden. Die ersten beiden, der Phosphor und der Schwefel, kommen in ihrer elementaren Gestalt an die Proteinkörper unserer vegetabilischen oder animalischen Nahrung gebunden in unsern Körper, begleiten diese Stoffe auf ihrem Wege bis in die Gewebe und werden nach dem Gebrauche derselben durch Aufnahme von Sauerstoff in die ihnen entsprechenden Säuren verwandelt, welche sich dann mit dem zugleich frei werdenden Kali, Natron, Kalk u. s. w. zu schwefelsauren und phosphorsauren Salzen verbinden. Die so aus dem Stoffwechsel im Körper selbst gewonnenen Salze sind aber für die Oeconomie des Körpers nicht ausreichend, es wird daher durch Speisen und Getränke stets noch eine Menge derselben eingeführt, die dann im Körper wohl auch nach Bedürfniss umgesetzt werden können.

Wenn wir uns so überzeugt haben, dass der menschliche und thierische Organismus nichts Neues schaffen, sondern das Gebotene nur modificiren kann, so erlauben wir uns nochmals auf den schönen Kreislauf der Materie auf unserer Erde aufmerksam zu machen. Durch die einfache chemische Verwandtschaft werden Stoffe gebildet, welche fähig sind, den Pflanzen zur Nahrung zu dienen: Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und Salze; die Pflanze dagegen bildet aus der ihr gebotenen Nahrung wieder die zur Bildung und Erhaltung der Thierwelt nöthigen Substanzen, das Albumin, Fibrin, Casein, Oel, Amylum, Zucker. Indem der Thierkörper aus diesen Stoffen seine Gewebe baut, modificirt er sie nur wenig und die Materie hat nun ihre höchste Entwickelung, ihre grösste Complication, ihr letztes Ziel erreicht. Sie war eine kurze Zeit Träger thierischer oder mensch-

licher Thätigkeit, aber eben diese lebendige Thätigkeit ist ihr Grab, der Sauerstoff zersetzt sie, sie wird aus dem Körper ausgeschieden und verfällt wieder den allgemeinen chemischen Gesetzen.

§. 46.

Noch wollen wir einige wenige Worte über die Begründung, Begränzung und den Werth der chemischen Erklärungsweise des Stoffwechsels im Organismus beifügen, die für Manchen, der sich nicht unmittelbar selbst mit chemischen und physiologischen Arbeiten beschäftigt, daher den Fortschritten der einzelnen Abtheilungen nicht auf dem Fusse folgen kann, nicht überflüssig erscheinen dürften.

Die Begründung dieser chemischen Erklärungsweise anlangend, so ist ihr nicht abzusprechen, dass sie die sicherste Basis hat, denn sie gründet sich auf das Experiment und die Berechnung. Das Experiment, die Analyse kann Jeder, der dazu befähigt ist, nachmachen und bei der heutigen Vollkommenheit der analytischen Chemie werden vorkommende Fehler und Irrthümer bald gefunden und gerügt werden, Differenzen in unbedeutenden, ausserwesentlichen Dingen sind, wie überall, nicht zu vermeiden, sind aber auch nicht von Einfluss auf das Ganze. Es handelt sich hier ja nur um das materielle Substrat der Lebenserscheinungen, um den Stoff, den wir durch seine verschiedenen Compositionen und Trennungen verfolgen zu können hoffen dürfen. Wenn wir nun in dem Blute, dem Fleische u. s. w. denselben Proteinkörper wieder finden, der sich uns in den Nahrungsmitteln darstellt, sollten wir da nicht glauben, dass er aus den Nahrungsstoffen in das Blut, in die Gewebe übergegangen ist? — Wenn wir den Gallenstoff, den Harnstoff, die Kohlensäure im Blute finden, in den Nahrungsstoffen aber keine Spur davon wahrnehmen, sollen wir da nicht schliessen, dass Gallenstoff, Harnstoff und Kohlensäure Producte der Stoffmetamorphose in den Geweben sind? und wenn die übereinstimmende Analyse der sichersten Chemiker lehrt, dass diese Ausscheidungsstoffe die Elemente von Proteinkörpern und Fett mit einer grössern Menge Sauerstoff enthalten, sollen und können wir da den

Gedanken zurückweisen, dass es der bei der Respiration in das Blut aufgenommene Sauerstoff sei, der jene Stoffe gebildet hat? Wir können also nicht anders, wir müssen, wenn wir nicht alle Thatsachen geradezu wegleugnen wollen, dieser Ansicht beistimmen, aber freilich von der Zukunft noch manche Berichtigung, Erweiterung u. s. w. erwarten.

Begränzung. Diese chemische Erklärungsweise in der Physiologie kann sich nur auf das rein Materielle beziehen, sie kann weiter Nichts zum Zwecke haben, als den Wandel des Stoffes durch seine verschiedenen Formen zu verfolgen und nicht einmal den Act der Ausscheidung darf sie erklären wollen, ohne in Irrthum zu verfallen, denn die Erfahrung lehrt, dass hier schon das Nervensystem mit seinen nicht enträthselten Kräften eine wichtige Rolle spielt. Die Chemie kann nur lehren, dass das Leben sich auch der in der unorganischen Welt herrschenden Kräfte bemächtigt, dieselben modificirt und zu ihrem Zweck verwendet.

Der Werth der chemischen Erklärungsweise des Stoffwechsels im Organismus beruht darauf, dass die meisten Erscheinungen aus Regeln abgeleitet werden, die mit andern allgemeinen Naturgesetzen übereinstimmen. Das ist ja aber das Ziel der Wissenschaft, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen mit der Einheit des Naturgesetzes in Uebereinstimmung zu bringen. Der Verstand fühlt sich nicht befriedigt, wenn er für jede einzelne Erscheinung eine eigene Kraft, ein eigenes Gesetz annehmen soll. Erklärung verschiedener Erscheinungen aus gemeinsamer Regel, Ableiten dieser Regel von gemeinsamem Gesetze, Unterordnen dieser Gesetze unter gemeinsame Principien, bis er an das Höchste, Unmittelbare, Absolute gelangt, das ist das angeborne Streben des Geistes. Da nun die chemische Erklärung des Stoffwandels im Körper nicht allein dieser Anforderung, sondern auch dem Bedürfnisse des practischen Arztes entspricht, so ist nach allem Gesagten deren Werth wohl festgestellt. Dem Bedürfnisse des practischen Arztes entspricht aber eine genaue Kenntniss der chemischen Vorgänge im Körper deshalb, weil er es in den meisten Fällen mit der Materie zu thun hat und er sich um so leichter bestimmte Regeln für sein Handeln ableiten kann, je genauer er die Stoffe, auf die er wirken soll, und ihre chemischen Ver-

wandlungen kennt. Nur darf er dabei nicht vergessen, dass diese chemischen Vorgänge von dem Leben bestimmt, geleitet und zu besondern Zwecken benutzt werden. Man denke an die sauren Schweisse, an die reichliche Absonderung von Harnstoff und Harnsäure in Crisen u. s. w. Dass aber trotz des Gesagten und anerkannten Werthes der chemisch-physiologischen Untersuchungen und Ansichten das Nervensystem bei allen Ernährungs- und Bildungsvorgängen durch seinen Einfluss dennoch eine eben so wichtige Rolle spielt, werden wir am Ende des nächsten Capitels erfahren, denn ohne den Einfluss des Nervensystems hört aller Stoffwechsel ganz auf, selbst wenn das Material dazu reichlich vorhanden ist. Wir müssen also immer das gegenseitig Bedingende anerkennen: kein Stoffwechsel ohne Einfluss des Nervensystems und keine Thätigkeit des Nervensystems ohne steten lebhaften Stoffwechsel. —

Drittes Capitel.

Von den Formelementartheilen des organischen Körpers, oder allgemeine Geweblehre, allgemeine Histiologie.

§. 47.

Geschichtlicher Ueberblick. Die Lehre von den Formelementartheilen des Körpers gehört ohnstreitig der neuesten Zeit an, jedoch schon bei den ältesten Zergliederern finden wir gewisse Unterscheidungen der Gewebe, denn Knochen, Muskeln, Sehnen, Hirn u. s. w. musste man auf den ersten Blick unterscheiden, bald wurden auch die unterscheidenden Merkmale aufgefasst und einigermassen geordnet.

So unterscheiden Hippocrates und Galenus schon *partes similares* und *dissimilares* und letzterer lehrte[1]: jeder Muskel bestehe aus Nerven und Sehnen. Nach Galen geschah Nichts zur Beförderung der Wissenschaft und selbst im 14. Jahrhunderte

---

1) *Galenus, Administr. anat. libr. VII.* 178.

zeigte sich Mundinus nur als Nachfolger desselben. Vesal[1]), der erste, welcher nach dem Wiederaufleben der Wissenschaften die Anatomie nach eigenen Studien bearbeitete, giebt in seinem grossen anatomischen Werke als Einleitung zu jedem Capitel die allgemeinen Eigenthümlichkeiten der in demselben abzuhandelnden Gegenstände an, er beginnt daher das erste Capitel mit den Worten: *Quia primum hoc caput omnibus pariter ossibus est commune*, *etc.* Er stellte auch S. 255 die Ligamente in ihren allgemeinen Eigenschaften dar, S. 260 flg. giebt er die Eigenschaften der Muskeln schon weit besser als Galen an und so an vielen anderen Stellen. Wichtige Fortschritte in der Kenntniss der feinern Structur der Theile machte Eustachius[2]), wie wir es auf seinen classischen Tafeln sehen, auf welchen er die Häute des Magens, die Harncanälchen der Nieren genau beschreibt und abbildet, eben so unterscheidet er genauer als sein Vorgänger Gefässe, Nerven und Sehnen. Jedoch der erste, welcher die Gewebe des Körpers im Zusammenhange betrachtete, war der bescheidene, wahrheitsliebende Fallopia[3]). Derselbe handelt die Gegenstände in folgenden Capiteln ab: *de ossibus*, *de cartilagine*, *de pinguedine*, *de carne*, *de nervo*, *de ligamentis*, *de chorda*, *de membrana*, *de vena*, *de arteriis*, *de unguibus*, *de pilis*, *de humore crystallino et de tunica cornea*, *de cute*. Alle diese Gewebe theilt er übrigens in *partes spermaticas*, *sanguineas et mixtas*, nach dem angenommenen Ursprunge aus dem Saamen oder Blute. Ferner unterscheidet er *partes dissimilares*, welche in verschiedenartige Theile zerlegt werden können, in Knochen, Bänder, Muskeln u. s. w., und *partes similares*, welche nur in gleichartige Theile zerlegt werden können, wie die einzelnen Stücke eines Knochens unter sich gleichartig sind. Einer ähnlichen Eintheilung folgt Bartholin[4]). In dem nun folgenden Zeitraume

---

1) *Vesalii*, *Andreae Bruxellensis*, *De corp. humani fabrica libri septem. Basiliae per Joannem Oporinum.* 1555. — 2) *Eustachii*, *Bartholom.*, *Tab. anat. fol. Romae.* 1714, waren aber schon 1552 ausgearbeitet. *Ejusd. opuscula.* 8. *Lugd. Bat.* 1707. — 3) *Falloppii*, *Mutinensis*, *Opera. Tom. II. p.* 96. — *Tractat. quinque de partib. similaribus. Francof. Fol.* 1600. — 4) *Bartholini*, *Thomae*, *Anatome.* 8. *Lugd. Bat.* 1686.

war durch die Entdeckung des Blutkreislaufes durch Harvey, so wie durch den Gebrauch der neuerfundenen Mikroskope ein höchst erfolgreicher Anstoss zum Studium der feineren Anatomie gegeben worden. Malpighi[1]) beobachtete den Blutlauf in den kleinsten Gefässen und den feineren Bau der Lungen, des Gehirns, das bebrütete Ei, doch verfiel er in den Irrthum, dass er, eben so wie Verheyen[2]), fast allen Theilen drüsigen Bau zuschrieb, der aber von dem verdienstvollen Ruysch[3]) mit Erfolg bekämpft wurde. Dieser suchte mit ausgezeichneter Geschicklichkeit durch Injectionen die feinsten Gefässe sichtbar zu machen und bewiess dadurch den gefässreichen Bau fast aller Theile. Seine schönen Beobachtungen sind in zahlreichen Briefen an Zeitgenossen niedergelegt. Verheyen strebte ebenfalls mit lobenswerthem Fleisse darnach, die Gebilde in ihre Elementartheile zu zerlegen, er unterschied mehrere Arten Fasern, die Häute der Arterien u. s. w. ziemlich genau. Andere thätige Arbeiter dieser Periode waren Stenonius[4]), welcher die Structur des Herzens genauer erforschte, Blancard[5]), der sich viel mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigte und durch diese in Verbindung mit feinen Injectionen den Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen demonstrirte. Vor Allen aber verdient hier v. Leeuvenhoek[6]) genannt zu werden, der durch einfache aber ausgezeichnet reine und auf das Sorgfältigste geschliffene Linsen manche richtige Beobachtung, wenn auch keine planmässigen Untersuchungen machte. Er besass eine ungemeine Geschicklichkeit in dem Präpariren der feinsten Theile. Die wichtigsten seiner Entdeckungen beziehen sich auf die Kügelchen der grauen und auf die Fasern der weissen Hirnsubstanz[a]), auf das Dasein

---

1) *Malpighi, Ep. de pulmonibus, in Opp. Lond.* 1686 *fol. De cerebri cortice, ibid. p.* 77. *De ovo incubato, ibid. p.* 6. — 2) *Verheyen, Corporis humani anatomiae lib. prim. et secund. Bruxell.* 1710 *in* 4. — 3) *Ruysch, Opp. omnia. Amstel.* 1737. 4. Das 2. *Vol.* enthält die sämmtlichen Briefe, andere besondere Abhandlungen und manche höchst interessante Abbildung. — 4) *Stenonis, De musculis et glandulis.* 1664. 4. — 5) *Blancard, Anat. reformata. Lugd. Batav.* 1687. *p.* 36. *De circulat. sanguinis. Amstelod.* 1667. — 6) *van Leeuvenhoek, a) Epist. physiol.* 36. *p.* 349, 352; *ep.* 46. *p.* 437.

und die Form der Blutkügelchen[b]), der Saamenthierchen[c]) und den faserigen Bau der Linse[d]). So ging das 17. Jahrhundert unter manchen wichtigen Entdeckungen zu Ende, ohne dass es zu einer allgemeinen Ansicht über den feineren Bau der einzelnen Theile des Körpers gekommen wäre. Der Geist der Beobachter verlor sich in Einzelheiten, ohne zu einem allgemeinen Ueberblicke sich sammeln zu können. Im 18. Jahrhunderte ging durch Valsalva, Santorini und besonders durch Morgagni manches neue Licht über Anatomie und Physiologie von Italien aus, und letztgenannter Forscher hat für die feinere Anatomie manches Wichtige geleistet. Albinus, der so gross in der descriptiven Anatomie und Physiologie dasteht, leistete Wenig für Histiologie, doch war es hauptsächlich einer seiner Schüler, Joh. Nathan Lieberkühn, welcher seine Thätigkeit wieder vorzugsweise der mikroskopischen Anatomie zuwendete und mit vorher noch nie gesehener Geschicklichkeit die feinsten Injectionen fertigte und aufbewahrte, besonders werden seine von Lyonnet gefertigten Darstellungen der Darmzotten bewundert. Ein zweiter, noch grösserer Schüler Albin's war der, den gesammten damaligen Kreis der Naturwissenschaften umfassende Albert v. Haller[1]). Dieser behandelt unter dem Titel; *Elementa corporis humani*[a]) einige im Körper allgemein verbreitete Gebilde, namentlich die Faser, das Zellgewebe, die Häute und das Fett; aber die übrigen Elementartheile am Anfange der betreffenden Capitel in seiner grossen Physiologie, z. B. von den feineren Arterien im Capitel von den Arterien und dem Blutlaufe, von dem feineren Baue der grauen Hirnmasse, so wie der Markmasse des Gehirns und der Nerven im Capitel von dem Gehirne u. s. w. So wichtig diese Thatsachen auch sind, so waren sie doch nicht von dem Einflusse, wie seine Lehre von der Reizbarkeit der thierischen Fa-

---

b) *Anat. et contempl. p.* 51. *c*) *Anat. et contempl. p.* 63. *d*) *Arcana nat. detect. p.* 66. — 1) Albert v. Haller: *a*) *Elementa physiologiae corporis humani. Lausannae Vol. VIII.* 1757. Spätere Ausgabe unter dem Titel: *De partium corporis humani fabrica et funct. Holmiae* 1799. *Vol. VIII.* ist nicht vollendet. *Vol.* 1. *Libr.* 1. p. 1.

ser[b]), denn durch dieselbe wurde erst die Idee geweckt, dass gewisse Energien, gewisse Lebenserscheinungen an bestimmte Formen der kleinsten Theile des menschlichen Körpers gebunden seien, welche Idee durch die Bemühungen und Lehren Pinel's[1]) noch mehr unterstützt wurde. Dieser fand nämlich in Bezug auf die Häute, dass mit ähnlicher Structur in verschiedenen Häuten ähnliche Function und ähnliche Krankheiten verbunden seien. Diese so vorbereitete Idee fasste nun Fr. Xaver Bichat[2]) mit einem Feuer und einem Eifer auf, wie ihn nur der lebendigste Enthusiasmus für die Wahrheit einer grossen Idee erzeugen kann. Ihm schwebte das Ideal vor, nachzuweisen, wie an bestimmte Elementarformen gewisse Lebenserscheinungen im gesunden und kranken Organismus gebunden seien. Bichat hat Grosses geleistet und sein Name wird unvergesslich bleiben, aber sein Ideal hat er nicht erreicht; das war aber auch nicht die Arbeit eines Mannes, dazu gehörte die Anstrengung eines längern Zeitraumes; wie Alles, so brauchte auch die neue Lehre Zeit zur Entwickelung, auch sie musste ihre Kindheit durchleben; Ruhm genug, sie ins Leben gerufen zu haben. Bichat nennt gewisse von ihm für einfach gehaltene Formen der organischen Theile Gewebe (*Tissus*) und unterscheidet deren folgende Arten:

1) Zellgewebe.
2) Nervengewebe des animalen Lebens.
3) Nervengewebe des organischen Lebens.
4) Gewebe der Arterien.
5) Gewebe der Venen.
6) Gewebe der aushauchenden Gefässe.
7) Gewebe der einsaugenden Gefässe und ihre Drüsen.
8) Knochengewebe.
9) Markgewebe.
10) Knorpelgewebe.

---

b) *Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne.* 1756. — **1**) *Pinel*, *Nosographie philosophique. Vol. II.* Paris, erste Aufl. 1798. Nach der 6. Aufl. übersetzt von Pfeiffer. Kassel. 1829. — **2**) Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort. Edit.* 3. *Paris*, 1805. *Traité des membranes en général. Paris* 1800. *Anatomie générale, appliquée à la physiologie et à la médecine. Vol.* 1—4. *Paris* 1801. Aus dem Französischen übersetzt von C. H. Pfaff. Leipzig 1802. *L'Additions à l'anatomie générale de Xv. Bichat par Béclard. Paris* 1821. Uebersetzt v. Cerutti, Lpzg. 1823.

11) fibröses Gewebe.
12) fibrösknorpeliges Gewebe.
13) Muskelgewebe des animalen Lebens.
14) Muskelgewebe des organischen Lebens.
15) Schleimhautgewebe.
16) Seröses Gewebe.
17) Synovialgewebe.
18) Drüsengewebe.
19) Hautgewebe.
20) Oberhautgewebe.
21) Haargewebe.

Jedermann sieht, dass nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft die meisten dieser Gewebe zusammengesetzt und nur wenige einfach sind, dennoch muss man in Bichat's unsterblichem Werke den fast unglaublichen Fleiss, die ausserordentliche Untersuchungsgabe und die scharfsinnige Behandlung des Gegenstandes bewundern. Von allen den genannten Geweben suchte er die Form, die physischen und vitalen Eigenschaften, die Entwickelung in den verschiedenen Lebensaltern und bei vielen die krankhaften Zustände darzustellen, offenbar eine für jene Zeit zu hohe Aufgabe. Sehr viele der nachfolgenden Systeme sind nur Modificationen des seinigen. Der erste, welcher in Deutschland die Geweblehre selbstständig behandelte, war Philipp v. Walther[1]), welcher, wie der ganzen Physiologie, so auch dieser neuen Lehre eine naturphilosophische Grundlage zu geben suchte. Er leitet seine 11 einfachen Gewebe alle vom Zellstoffe ab. Auch der verdienstvolle Rudolphi[2]) nahm sich der neuen Lehre an; er stellte anfangs[a]) 8 Gewebe auf: 1) Zellgewebe, 2) Sehnengewebe, 3) Fleischgewebe, 4) Knochengewebe, 5) Knorpelgewebe, 6) Arteriengewebe, 7) Muskelgewebe und 8) Nervengewebe. In einer spätern Bearbeitung[b]) nahm er 8 einfache und 3 zusammengesetzte Gewebe an, rechnete den Faserknorpel zu dem Knorpelsystem und trennte die Drüsen von den Eingeweiden. Dass dieser die Physiologie so fördernde Zweig der Anatomie auch von Joh. Fr. Meckel[3]) d. j. ergriffen und gefördert worden sei, versteht sich fast von selbst. Meckel unterschied nähere und ent-

1) Philipp v. Walther, Darstellung des Bichat'schen Systems, in Schelling und Marcus's Jahrbüchern der Medicin. II. 49. — 2) *Rudolphi: a) De corporis humani partibus similarib. Gryphisw.* 1809. 4. *b*) Grundriss der Physiologie. Berlin 1821. I. p. 69. — 3) Joh. Fr. Meckel, Hdbch. der menschl. Anatomie. Halle 1815. 4 Bde.

ferntere Formbestandtheile nach dem Grade ihrer Einfachheit, und als Gewebe, die sich nicht aufeinander zurückführen lassen, stellt er folgende auf:

1) Schleimsystem oder Zellgewebe.
2) Gefässsystem.
   Arterien, Venen, Saugadern.
3) Nervensystem.
4) Knochensystem.
5) Knorpelsystem.
6) Faserknorpelsystem.
7) Fasersystem.
8) Muskelsystem.
9) Das seröse System.
10) Hautsystem:
    a) äussere Haut mit Oberhaut, Nägel und Haare;
    b) Schleimhautsystem.
11) Drüsensystem:
    a) vollkommene Drüsen;
    b) unvollkommene Drüsen.

Noch haben wir unter den deutschen Beförderern folgende zu erwähnen: Mayer[1]), der zuerst für den bisher gebräuchlichen Namen „allgemeine Anatomie" den Namen Histologie aufstellte, Heusinger[2]), welcher nach einer genauen Angabe seiner Vorgänger sein eigenes System aufstellt, in dem er 11 Gewebe mit den nöthigen Unterabtheilungen annimmt:

1) Bildungsgewebe.
2) Horngewebe.
3) Knorpelgewebe.
4) Knochengewebe.
5) Fasergewebe.
6) Hautgewebe.
7) Nervengewebe.
8) Seröses Gewebe.
9) Gefässgewebe.
10) Parenchymatöses Gewebe.
11) Drüsengewebe.

E. H. Weber[3]), der so viele Verdienste um Anatomie und Physiologie hat, erwarb sich auch hier dieselben, indem er eine consequentere, logische Eintheilung aufstellte und die Kenntniss der einzelnen Gewebe durch treffliche Untersuchungen förderte. Derselbe unterschied drei Classen von Geweben: 1) einfache, 2) zusammensetzende und zusammengesetzte Gewebe, und im Ganzen 15 verschiedene Gewebe:

---

1) Mayer, Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers. Bonn 1819. — 2) Heusinger, System der Histologie. I. Theil. Histographie. 2 Hefte. Eisenach 1822. — 3) E. H. Weber, Hildebrand's Handbuch der Anat. des Menschen. 1. Bd. Allgemeine Anatomie. Braunschweig 1830.

I. Classe.

1) Horngewebe.
2) Zahngewebe.

II. Classe.

3) Zellgewebe.
4) Allgemeine Gefässhaut.
5) Nervengewebe.

III. Classe.

6) Knorpelgewebe.
7) Knochengewebe.
8) Sehniges Gewebe.
9) Elastisches Gewebe.
10) Gewebe der serösen Säcke, incl. der Synovialsäcke.
11) Muskelgewebe.
12) Gewebe der Lederhaut.
13) Gewebe der Schleimhaut.
14) Drüsengewebe.
15) Erectiles Gewebe.

Die Hornhaut, die Linse und der Ueberzug der serösen Häute werden in einem Nachtrage zur ersten Classe betrachtet. Das Gewebe des Uterus, der Iris, der *Tunica dartos* und das noch nicht gehörig gekannte Gewebe in den Blut- und Lymphgefässen, in den Ausführungsgängen der Drüsen und an den Muttertrompeten, welches daselbst Lebensbewegungen hervorbringt, wird in einem Nachtrage zur dritten Classe erörtert. Die wichtigste befördernde Arbeit in Deutschland nach Weber und vor Schwann lieferte Krause [1]) und zwar darum, weil sie eine naturgemässe Darstellung des Zellstoffes enthielt, von welchem man bis dahin die sonderbarsten Vorstellungen hatte und wohl geneigt war, die gesammten Gewebe als Modificationen desselben anzusehen.

Unter den Franzosen fanden sich bald nach Bichat Forscher, welche das Unlogische in seiner Eintheilung der Gewebe erkannten und zu verbessern suchten. Chaussier [2]) theilte die festen Theile des Körpers in 12 Abtheilungen, stellte die Nervenknoten mit den Gefässdrüsen unter dem Namen Ganglien zusammen, spaltete die Häute und das Zellgewebe in nicht naturgemässe Varietäten und fasste die gesammten Eingeweide und Sinnesorgane in seinen 12 Abtheilungen zusammen. J. Cloquet [3]) beschrieb das Zellgewebe genauer, trennte das Fett von demselben und stellte das elastische Gewebe auf, während Lauth [4]) dem Zell-

1) Krause, Hdbch. der menschlichen Anatomie. I. Hannover 1833. 2. Aufl. 1843. — 2) *Chaussier, Dictionnaire des sciences med. Art. Organisation.* — 3) *Cloquet, Jules, Anatomie de l'homme ou description et figures etc. Paris* 1821. *Fol.* — 4) *Lauth, L'institut.* 1834. *Nro.* 57.

gewebe seine besondere Aufmerksamkeit schenkte. Ausserdem wurden noch von mehreren Seiten her sehr schätzbare Beiträge zur nähern Kenntniss einzelner Gewebe geliefert, doch um ein System aufzustellen, welches auf allgemeine Gültigkeit nur einigermassen hätte Anspruch machen können, fehlte es und fehlt noch jetzt an der genauern Kenntniss der Histiogenesis, doch sind in der neuern Zeit wichtige Schritte in dieser Beziehung gethan worden. Raspail [1]) und Dutrochet [2]) kannten die Zellen schon ziemlich genau, letzterer sprach auch schon den Satz aus: die Zelle zeigt ihre volle Lebensthätigkeit nur so lange, als ihre Wand noch zart, ihr Inhalt noch rein und flüssig ist. Doch keiner dieser beiden Forscher erhob sich zu der Idee allgemeiner Entwickelung der Gewebe aus diesen Zellen, obwohl beide derselben sehr nahe waren und nur noch einen Schritt hätten zu thun brauchen. Auch in Deutschland dauerte es lange, ehe die allgemeine Entwickelung der Gewebe aus Zellen anerkannt wurde. Nachdem Brown den Zellkern entdeckt hatte, wurde er bald von Purkinje [3]) in den meisten Zellen wieder erkannt und Valentin lehrte ihn als das Primäre bei der Zellenentwickelung kennen, so wie Schulz [4]) und R. Wagner [5]) dasselbe Princip von den Blutkügelchen aussprachen und letzterer vergleicht auch noch das Ei mit einer Zelle [6]). Durch alle diese einzelnen Beobachtungen war es vorbereitet, dass Schleiden [7]) die Bedeutung des Kernes und Schwann [8]) die Zelle als Grundlage aller pflanzlichen und thierischen Gewebe erkannnte. Von nun an erhielt die Histiologie eine ganz neue Gestalt, die Elementartheile wurden schärfer geschieden, es konnte fortan Nichts als einfach angesehen werden, dessen Form nicht aus einer Metamorphose der Zelle hergeleitet werden konnte, und indem man sich be-

---

1) *Raspail, Chimie organique.* §§. 31. 832 u. an mehrern anderen Stellen. — 2) *Dutrochet, Mémoire pour servir à l'histoire anat. et physiol. des végétaux et des animaux. II.* 468. — 3) *Raschkow, Meletemata.* — 4) C. H. Schulz, System der Circulation. Stuttgart u. Tübingen. 1836. p. 33. — 5) R. Wagner, Lehrb. der spec. Physiologie. p. 139. — 6) Ibid. p. 35. — 7) Schleiden, in Joh. Müller's Archiv. 1838. p. 137. u. Wissenschaftl. Botanik. I. 191. — 8) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthume der Pflanzen u. Thiere. Berlin. 1839.

strebte die Gewebe in dieser Richtung zu untersuchen, musste auch eine neue Ansicht über die Ernährung der Theile und die Entwickelung des Embryo von der Zellentheorie ausgehen. Daher kam es, dass Reichert [1]) die Blättertheorie v. Baer's verwarf und ganz zu verdrängen suchte, indem er den ganzen Organismus unmittelbar aus Zellen aufbaute. Doch nicht allein die gesunden Gewebe, auch alle krankhaften Producte des Organismus lassen sich in ihren Elementartheilen auf Zellen zurückführen, ja nicht selten sieht man hier die Zellen und ihre Metamorphose weit deutlicher als in gesunden Geweben, weil man oft mehrere Stadien der Entwickelung auf einmal sieht. Treffliche Beiträge zur pathologischen Histiologie haben Valentin[2]), Joh. Müller [3]) und Gluge [4]) geliefert, bis es Vogel [5]) unternahm, einen Atlas derselben herauszugeben.

Als die neuesten, die ganze normale Histiologie nach eigenen Forschungen darstellenden Autoren sind folgende zu nennen: F. Gerber [6]), welcher zwar sehr sorgfältig untersucht und beobachtet hat, aber doch noch zu wenig Rücksicht auf die Metamorphose der Zelle in die verschiedenen Gewebe nimmt und die Elementarformen der letztern zu sehr zersplittert, denn seine subtilen Unterscheidungen der Fäden und Bündel sind kaum in der Natur nachweisbar. Bruns [7]) giebt nach eigenen und fremden Untersuchungen eine sehr übersichtliche Zusammenstellung. Henle [8]) ist der Verfasser eines grössern umfassenden und die

---

1) Reichert, Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche. Berlin 1840. 4. — **2**) Valentin, Repertorium. II. 258. III. 294. — **3**) J. Müller, Ueber den feinern Bau der krankhaften Geschwülste. 1. Lfrg. Berlin 1838. Fol. — **4**) Gluge, Abhandlungen zur Physiologie u. Pathologie. Jena 1841. Ferner Anat. mikroskopische Untersuchungen zur allg. u. spec. Pathologie. 2 Hfte. ibid. und Atlas der pathol. Anatomie. ibid. 1843. — **5**) *Vogel, Julii, Icones histologiae pathologicae. Lips.* 1843. und in einem besonderen Aufsatze unter der Ueberschrift: „Gewebe in pathologischer Beziehung," in R. Wagner's Handwörterb. — **6**) Gerber, Handbuch der allgemeinen Anatomie. Mit 7 Steindrucktafeln. Bern, Chur u. Leipzig. 1840. — **7**) Bruns, Lehrb. der allg. Anatomie des Menschen. Braunschweig. 1841. 8. — **8**) Allgemeine Anatomie. Lehre von den Mischungs- u. Formbestandtheilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1841.

Wissenschaft in jeder Hinsicht fördernden Werkes, in welchem ein Schatz schöner eigner Beobachtungen und Untersuchungen niedergelegt ist; besondere Rücksicht hat er der Histiogenesis zugewendet. Krause [1]) giebt eine theilweis umgearbeitete, erweiterte und berichtigte Darstellung der Gewebe mit sehr sorgfältigen mikrometrischen Messungen. Valentin, schon durch viele vortreffliche Leistungen in der Histiologie bekannt, giebt in R. Wagner's Handwörterbuche der Physiologie den Artikel „Gewebe," wo in bündiger Kürze ein ungemeiner Reichthum der Erfahrung niedergelegt ist. Das grosse Werk von Berres [2]) zeichnet sich besonders durch eine unübertreffliche Darstellung feiner Injectionen aus, während die Abbildungen anderer Gewebe sehr oft ganz ohne Werth sind. Fr. Arnold, der noch vor wenigen Jahren alle Gewebe aus aneinandergefügten Kügelchen bestehen liess [3]), hat zwar jetzt diesen groben Irrthum fallen lassen, trotzdem weicht aber seine Ansicht und Darstellung der Gewebe so sehr von allen Erfahrungen anderer Forscher ab, dass man diese und jene gar nicht mit einander vergleichen kann. Die neuern von ihm herausgegebenen Abbildungen sind zwar besser, ja einige recht gut, im Texte aber stellt er die sonderbarsten Ideen über Entstehung, Form und sonstige Eigenthümlichkeiten der Gewebe auf [4]). Mandl [5]) liefert gleichsam eine bildliche Darstellung der Geschichte unserer Kenntniss der einzelnen Gewebe, indem er in chronologischer Folge die über einen Gegenstand vorhandenen Abbildungen neben einander stellt und zuletzt die eigne Beobachtung beifügt. Die Abbildungen lassen oft manches zu wünschen übrig.

Nach diesem kurzen Ueberblicke wenden wir uns zu einer sehr gedrängten Darstellung der allgemeinen Histiologie selbst.

---

1) Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. 1. Bd. 2. Aufl. Hannover 1843. — 2) Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde. Bis jetzt 12 Liefr. Von dem Verf. selbst verlegt. — 3) Fr. Arnold, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zürich 1836. — 4) Fr. Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg im Breisgau. 1843. — 5) *Mandl, Anatomie microscopique. Paris* 1842. *Folio.*

§. 48.

Einleitung. Was die hier zu befolgende Ordnung anbelangt, so glaubt Verfasser einen allgemeinen und einen speciellen Theil der Histiologie unterscheiden zu müssen, wenn das Gleichartige gehörig verbunden werden soll. Der erste allgemeine Theil kann nur die elementaren Formen, also nur die Grundlagen der Zelle, diese selbst und die aus der Metamorphose der Zellen hervorgehenden Formen umfassen, keineswegs aber Gewebe, welche aus mehreren solchen Elementen zusammengesetzt sind, daher nur die freien und verwachsenen Zellen in allen ihren Formen, die Knorpel und Knochen nebst dem Zahnbeine, die Zellfasern und die Kernfasern, die aus Verschmelzung der Zellen entstandenen Cylinder der Nerven und der Muskeln. Es ist also ganz consequent, wenn wir hier die einzelnen Häute der Gefässe an den betreffenden Stellen betrachten, das Gefässgewebe als solches aber in den speciellen Theil verweisen. Ebenso können wir hier nur die primitive Muskelfaser und das primitive Muskelbündel in Betracht ziehen, das Muskelgewebe aber, zu dem doch noch andere Elemente, als z. B. Blutgefässe, Nerven und Bindegewebe gehören, für den speciellen Theil aufbewahren. Aus demselben Grunde kann auch hier nicht von einem Drüsengewebe die Rede sein, sondern nur von den Elementartheilen, die es zusammensetzen. Wenn wir aber diese zusammengesetzten Gewebe hier betrachten wollten, so wäre keine Grenze abzusehen und es müssten dann die allerzusammengesetztesten Organe mit aufgenommen werden, und so gut wie man ein Gefässgewebe aufstellt, könnte man auch ein Darmgewebe aufstellen und die Analogie dieser beiden Gebilde liegt gar nicht so fern; wir wollen sie einmal näher betrachten. Beide haben eine äussere zellgewebige Umgebung, denn der Ueberzug des Darmkanales von einer serösen Haut ist nur zufällig und findet sich auch am Herzen und an den Gekrösgefässen; darauf folgt bei den Arterien eine aus elastischen Fasern, Ringfasern u. s. w. gewebte Schicht, bei dem Darme eine Muskelfaserschicht; die innerste Schicht der Arterien besteht aus einem Epithelium, die des Darmrohres aus einer Schleimhaut mit Epithelium und endlich ziehen

sich sowohl bei den grossen Arterien als bei dem Darmkanale Gefässe und Nerven durch diese verschiedenen Schichten hindurch; sonach sind die grösseren Gefässe ebenso gut, wie viele andere Theile mehr oder weniger zusammengesetzter Organe, in einem speciellen Theile gesondert abzuhandeln. Da es aber hier nicht unser Zweck ist eine Histiologie zu schreiben, sondern eine Physiologie des menschlichen Organismus, so werden wir die Gegenstände der speciellen Histiologie auf die einzelnen betreffenden Capitel der speciellen Physiologie vertheilen, wo sie dann zum Verständnisse der physiologischen Thatsachen, Lehrsätze und Theorien wesentlich beitragen werden.

§. 49.

Elementarkörner. Betrachtet man das Dotter oder irgend einen Theil eines kleinen Embryo oder ein plastisches Exsudat, Eiter u. s. w., überhaupt einen Theil, in welchem Neubildung lebhaft angeregt ist, so findet man in demselben die sogenannten Elementarkörner, Primitivkörner (Tab. I. Fig. 1. a. b. c.) in Menge; dieselben sind von scharfen, rundlichen, bisweilen ovalen Umrissen, haben 0,001 — 0,002''' Durchmesser und bestehen aus einer wahrscheinlich proteinhaltigen Hülle und einem Inhalte, der durch Aether ausgezogen werden kann und sich dadurch als Fett characterisirt. Die Hülle wird dadurch erwiesen, dass gedrängtliegende Körner der Art auch bei der innigsten gegenseitigen Berührung nicht zusammenfliessen, sobald aber Essigsäure die Hülle aufgelöst hat, wie besonders bei der Milch zu beobachten ist, fliessen die Körner zusammen. Diese Elementarkörner sind die wahrscheinliche Grundlage alles animalen Gewebes, denn nicht allein dass sie auf später anzugebende Art die Zelle bilden, scheinen sie auch in manches andere Gebilde unmittelbar übergehen zu können.

1) Exsudatkörper, Eiterkörper, bilden sich aus einer Anhäufung mehrerer solcher Elementarkörner, die Anfangs ohne umhüllende Haut, nur durch ein klebendes Bindemittel (Blastema) zusammengehalten werden, später sich mit einer eignen Haut umgeben und dann durch Verflüssigung mehrerer so eingeschlossener Primitivkörner im Innern und weitere Ausbildung

in Zellkern und Zelle übergehen können. Die Grösse dieser Exsudate und Eiterkörperchen bleibt sich nicht ganz gleich, denn bald treten mehr bald weniger Elementarkörner zusammen. Sind sie noch nicht von einer Hülle umgeben, so werden sie schon durch Wasser zerstreut, Essigsäure löst auch die vorhandene Hülle auf.

2) Die Colostrumkörper junger Milch vor der Entbindung und in den ersten Tagen des Wochenbettes bestehen aus angehäuften Elementarkörnern, die durch eine zähe, bindende Masse zusammengehalten werden, bisweilen haben sie so glatte Umrisse, dass sie von einer eignen Membran umgeben zu sein scheinen, in andern Fällen lassen sie sich durch Druck ohne Spur einer Hülle von einander trennen. Essigsäure löst das Bindemittel auf. Die Körner verhalten sich chemisch ganz wie Elementarkörner. Der Durchmesser der Colostrumkörperchen variirt von 0,0063 bis 0,0232'''.

3) Die Dotterkörperchen bestehen ebenfalls aus den Elementarkörnern ähnlichen Körperchen, die durch eine deutliche Membran zusammengehalten werden.

Manche in ihrer Organisation sehr einfache Gebilde bestehen entweder aus einer ganz einfachen glasartigen Masse oder aus Fäden und Blättchen, deren Entstehung aus Zellen zweifelhaft ist. Gerber [1]) stellt Körnerfasern auf, deren Entstehung er aus der unmittelbaren Vereinigung von Elementarkörnern ableitet, und Henle [2]) fasst die Demours'sche Haut, die Linsenkapsel, vielleicht auch die Glaskörper, ferner die dünne Schicht, welche in der Schnecke die Ausbreitung des Hörnerven bedeckt, unter dem Namen der Glashäute zusammen und hält ihre Entstehung aus Zellen für zweifelhaft; indessen was die Demours'sche Haut betrifft, deren Entwickelung zu verfolgen ich mich bemüht habe, so glaube ich deren Entstehung aus Zellen am passenden Orte bestimmt nachweisen zu können.

Die Flocken des Chorion entstehen nach Bischoff [3]) ebenfalls ohne vorgängige Zellenbildung unmittelbar aus dem Bla-

1) Gerber, Hdbch. der allg. Anat. p. 19. — 2) Henle, Allg. Anat. p. 327. — 3) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Caninchen-eies. Braunschweig 1842. p. 95.

stema und den zahlreichen feinen Molecülen, auch später ist nie eine Zellenbildung in ihnen wahrzunehmen. Ich selbst habe früher bei den Untersuchungen des verewigten Hof- und Medicinalrathes Dr. Seiler *) über die Entwickelung des Caninchen-Eies oft Gelegenheit gehabt, die beginnenden Zotten des Chorion unter dem Mikroskope als ganz structurlos zu sehen und jetzt haben mich eigene Beobachtungen dasselbe gelehrt.

Bei den übrigen bald näher zu betrachtenden Gewebtheilen ist es nicht erwiesen, dass sie nicht unmittelbar aus solchen Elementarkörnern, sondern dass sie vielmehr aus einer Metamorphose der Zellen hervorgehen, doch soll und kann damit nicht ausgesprochen werden, dass nicht unter besondern Umständen in krankhaften Verhältnissen die Elementarkörner sich in krankhafte Gewebe unmittelbar umwandeln könnten. So viel scheint sicher, dass im gesunden Zustande nur die allereinfachsten Gebilde, deren Lebensthätigkeit noch unter der einer einfachen Elementarzelle steht, aus den Elementarkörnern hervorgehen können.

§. 50.

Die ausgebildete Elementarzelle (Tab. I. Fig. 7. 8.), primäre Zelle, ist ein mikroskopisches Gebilde, welches ein rundes oder ovales Bläschen von sehr verschiedener Grösse darstellt und an dem man die Zellenmembran, den Zelleninhalt und den Zellenkern mit den Kernkörperchen unterscheidet. Eine besondere Beachtung verdient hierbei auch die Bildungsflüssigkeit, das Cytoblastem. — Die Zellenmembran (Fig. 7a. 8a.) ist die äussere Hülle der Zelle und scheint ein äusserst zartes, strukturloses Häutchen zu sein, welches bisweilen an den doppelten Conturen der Zelle erkennbar, meist ganz rein und durchsichtig ist und nur in wenig Fällen trübe, wie fein granulirt erscheint. Es ist schwer zu entscheiden, ob dieses granulirte Ansehen seinen Grund in einer eigenthümlichen Beschaffenheit dieser Haut oder des Inhaltes habe. Diese Zellenmembran wird, besonders so lange die Zelle noch jung ist und noch keinen Verhornungsprocess ein-

*) Leider sind diese schönen Untersuchungen, von denen herrliche Zeichnungen in den Händen der Söhne des Verewigten sind, nicht veröffentlicht worden.

gegangen hat, von Essigsäure aufgelöst, welche Eigenschaft man sehr oft benutzt, um den Zellenkern besser zur Ansicht zu bekommen. — Der Zelleninhalt (Fig. 7b. 8b.) ist in den meisten Fällen durchaus rein und wasserhell, in andern Fällen ist er dagegen granulös, in letzterm Falle füllt das granulöse Wesen bald die ganze Zelle aus und verbirgt selbst den Zellenkern, bald lässt es aber nicht allein diesen Kern, sondern auch einen Theil der Zellenhöhle ganz frei. Mit dem Alter der Zelle nimmt er ab, wird trübe, fester oder schwindet auch und geht verschiedene Metamorphosen ein. — Der Zellenkern (Fig. 7c.), *Nucleus*, *Cytoblast*, ist ein meist excentrisch in der Wand der Zelle, bei den Flimmerzellen und den Ganglienkugeln centrisch sitzender, bei durchgehendem Lichte dunkler Körper, dessen Grösse überall ziemlich gleich (0,002—0,004‴) ist. Seine Gestalt ist meist oval, etwas abgeplattet, bald erscheint er durchaus gleichartig, bald granulirt, enthält 1—3 kleinere Bläschen oder auch dunkle Körper, Kernkörperchen, *Nucleoli* (Fig. 7d.). Der Zellenkern wird von Essigsäure nicht angegriffen. Die Natur der Nucleoli ist noch sehr dunkel, man weiss nicht, ob es Bläschen, Flecken oder Lücken in der Substanz des Kernes sind, bei den Metamorphosen des Kernes schwinden sie.

§. 51.

Erste Bildung der Elementarzelle. Die erste Entstehung der Elementarzelle ist im Ganzen bis jetzt mehr errathen als durch wirkliche Beobachtungen dargethan worden. Schleiden [1]) beschrieb den Vorgang bei den Pflanzen in folgender Art: Die Bildung der Zelle geht von dem Zellenkerne aus; sobald dieser seine völlige Grösse erlangt hat, erhebt sich auf ihm ein feines durchsichtiges Bläschen, die junge Zelle, das auf dem flachen Cytoblastem wie ein Uhrglas auf der Uhr aufsitzt. Es ist noch so weich, dass es sich nach einigen Minuten in destillirtem Wasser auflöst. Beim fernern Wachsthum dehnt es sich aus, wird consistenter und zuletzt so gross, dass der Cytoblast

---

1) Schleiden, in J. Müller's Archiv. 1838. 137. u. Wissenschaftl. Botanik. I. 193.

nur als ein kleiner, in einer der Seitenwände eingeschlossener Körper erscheint. Der Theil der Zellenwand, welcher den Cytoblast von der innern Seite bedeckt, ist äusserst fein und gallertartig und nur in seltenen Fällen zu beobachten, wird auch oft zugleich mit dem Cytoblast bei der ausgebildeten Zelle resorbirt. Die Cytoblasten bilden sich frei innerhalb einer Zelle oder in einer Masse von Elementarkörnern, so wie die jungen Zellen ebenfalls frei oder innerhalb einer alten Zelle, der Mutterzelle, liegen. Die Zellen nehmen, indem sie sich gegen einander abplatten, sehr oft die polyedrische Form an. War eine Mutterzelle vorhanden, so wird diese später resorbirt. Schwann [1]) giebt nach seinen Untersuchungen der *Chorda dorsalis* und der Kiemenstrahlen der Fische eine gleiche Darstellung, nur dass er nie einen Ueberzug der innern Fläche des Cytoblastem von der Zellwand bemerken konnte. Sonach wäre der Kern das Primäre und die Zelle eine secundäre Bildung.

Obgleich Schwann und Schleiden thatsächliche Beobachtungen für ihre Ansicht aufstellen, so ist doch nicht zu leugnen, dass es noch eine Menge nicht minder wichtiger Thatsachen giebt, welche eine andere Theorie der Zellenentstehung zulassen und welche Henle [2]) in folgender Art mittheilt: Es giebt ohnstreitig eine Menge Zellen ohne Kern, z. B. in der *Chorda dorsalis*, diese sind nun entweder ohne Kern entstanden, oder der Kern ist nach Vollendung der Zelle geschwunden. Da nun die schon beschriebenen Dotterkügelchen, die Colostrumkörperchen, die Exsudatkörperchen, die Eiterkörperchen aus einer Anhäufung von Elementarkörnern bestehen, die von einer besondern Membran umschlossen werden, da man nur selten Kerne an ihnen bemerkt, so muss man auf den Gedanken kommen, dass vielleicht auch auf diesem Wege Zellen entstehen könnten, und zwar um so wahrscheinlicher, als man in den ähnlich construirten Dotterkugeln ein Körperchen bemerkt, welches Reichert für den Zellenkern annimmt. Auch die Ansicht von Schulz über die Bildung der Blutkörperchen ist dieser Meinung günstig. Es

---

1) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. 11 seq. — 2) Henle, Allg. Anat. 159.

würde dann durch das Zusammentreten von Elementarkörnern die Grundlage der Zelle gegeben werden, diese Körner umgeben sich mit einer Haut, einige zerfliessen und andere wandeln sich in den Zellenkern um.

Ueber die Entwickelung der Zellen aus den Elementarkörperchen habe ich zwei Reihen von Beobachtungen machen können, die eine an der Epidermis, die andere in der geschlossenen Cyste eines Eierstockes. Bei der Entwickelung der Epidermis fand ich Folgendes: Wenn die Epidermis durch ein Blasenpflaster aufgehoben ist und man die angesammelte Flüssigkeit in verschiedenen auf einander folgenden Zeiträumen untersucht, so sieht man in derselben Zellen verschiedenen Grades der Entwickelung und einzelne, so wie in kleine Ballen gruppirte Elementarkörner herumschwimmen. Diese Elementarkörner kleben entweder nur locker an einander (Tab. I. Fig. 1 a.) oder sie sind fester mit einander vereinigt, durch einen festklebenden Stoff, oder, wie es scheint, durch eine zarte, gemeinschaftliche Hülle (Fig. 1 b.). Eine solche Gruppe hat dann eine rundliche, ovale Gestalt, die Flächen sind mehr oder weniger höckerig. Bringt man ein wenig Essigsäure hinzu, so wird das etwa gebildete einschliessende Häutchen und die verbindende Substanz aufgelöst, die Elementarkörner werden frei (Fig. 1 c.). Unter diesen Gruppen von Elementarkörnern bemerkt man kugelige, blasenähnliche Gebilde (Fig. 1 d. e.), in denen man deutlich Elementarkörner wahrnimmt, die aber nicht mehr so gedrängt, sondern locker liegen, auch findet man in denselben nicht selten ein grösseres Körperchen. Endlich bemerkt man deutlich Zellen und Zellenkerne (Fig. 2.); ein dergleichen Zellenkern ist a, und Zellen mit Kern und Kernkörperchen b, oder ohne diese c dargestellt. Suchen wir nun aus diesen Erscheinungen eine Theorie der Zellenbildung zu entwickeln, so dürfte sie folgende sein: Die Elementarkörner (Fig. 1 a.) sind das Einfachste und darum wohl auch das zuerst Auftretende; dieselben gruppiren sich zu 5 — 10 — 12 zusammen, werden durch ein klebendes Bindemittel zusammengehalten, aus dem sich auch nach Aussen hin durch Verdichtung eine feine Membran zu bilden scheint. Ist dieses geschehen, so ist der Zellenkern gebildet, in dessen Innern man neben blas-

sen Elementarkörnern, wenn diese nicht ganz geschwunden sind, ein Kernkörperchen findet (Fig. 1 d.). Da es schwer ist, ein Verfliessen oder Verwachsen der Elementarkörner zu den Kernkörperchen anzunehmen, so scheint die folgende Erklärungsweise am meisten mit dem ganzen Leben der Zelle übereinzustimmen: Man schreibe einmal den Elementarkörnern die Fähigkeit zu, durch Endosmose einen Theil ihres Inhaltes abgeben und andere Stoffe aufnehmen zu können, welcher Annahme keine wichtigen Gründe entgegen zu stehen scheinen. Da nun ferner alle von einer Membran umschlossene Elementarkörner nicht mehr selbstständig sind, sondern unter der Idee einer sich bildenden Zelle stehen, so kann füglich eine Anzahl dieser Körner ihren Inhalt abgeben, während eins denselben aufnimmt, sich dadurch vergrössert und zum Kernkörperchen ausbildet. Für diese Ansicht spricht auch noch Folgendes: Wir haben oben gesehen, dass der Inhalt der Elementarkörner Oel oder Fett ist, Meckauer und Arnold haben aber auch in den Knorpelkörperchen Fettbläschen gefunden, könnten dieses nicht die Kernkörperchen der ursprünglichen Zellenkerne gewesen sein? Mir scheint wenigstens auf diese Art die Entstehung der *Nucleoli* ganz einfach und mit allgemeinen Gesetzen übereinstimmend erklärt zu sein. Ist so der Kern mit Kernkörperchen vollendet, so wird die Zelle auf die von Schwann und Schleiden angegebene Art dargestellt, indem sich von dem Umfange des Kernes ein zartes Häutchen erhebt, so dass zwischen demselben und dem Kerne sich eine Flüssigkeit ansammeln kann (Fig. 2.). Mit der völligen Erhebung dieser Zellhaut, die ich nur in einzelnen Exemplaren deutlich gesehen habe, ist die Bildung der Zelle vollendet. Einen andern Entwickelungsgang der Zelle glaube ich aus den in der Cyste eines Eierstockes bemerkten Formen schliessen zu können, denn ich sah hier die Zelle auf den verschiedensten Stufen der Entwickelung, zuerst wieder einzelne und zu Gruppen verbundene Elementarkörner, darauf Zellenkerne, die ganz in ähnlicher Art, wie oben angegeben, gebildet waren (Tab. I. Fig. 5.). Ausser diesen fanden sich aber eine Menge solcher Kerne, die äusserlich mit einer Schicht von Elementarkörnern umgeben waren (Fig. 6.). Im Innern derselben waren die Elementarkörner

blass und weniger dicht gedrängt, neben diesen Kernen fanden sich nun noch vollendete Zellen (Fig. 7. u. 8.). Dieselben bestanden entweder aus einer zarten Hülle mit feinkörnigem Inhalte, einem blassen Kern, ebenfalls mit Elementarkörnern angefüllt, und einem Kernkörperchen, oder sie bestanden aus einer dickern Hülle mit feinkörnigem Inhalte ohne Kern. Die Entstehung dieser Formen glaube ich auf folgende Weise erklären zu können: Die Elementarkörner gruppirten sich, wie oben angegeben, zu einem Kerne, indem sich das Kernkörperchen bildete und die Elementarkörner blasser wurden. Die Entstehung der Zelle aus dem Kerne geschah dadurch, dass Elementarkörner sich auf dem Kerne bis zu einer gewissen Dicke ansammelten, durch ein Bindemittel zusammengehalten und endlich mit einer Membran, der Zellenhaut, umgeben wurden. Die Fig. 8. dargestellte Zelle ist gewiss eine ältere, denn ihre Wand ist dick, was nothwendig einen schon länger bestehenden Stoffwechsel voraussetzt, im Innern ist kein Kern zu bemerken, der entweder ursprünglich gefehlt haben kann, wenn sich die Elementarkörner in grösseren Haufen sogleich zur Zelle gruppirten, oder er kann vorhanden gewesen sein, ist aber resorbirt worden. Einen dem hier angegebenen Entwickelungsgange ähnlichen Bildungsweg nimmt Valentin [1]) für die Nervenkörper des Gehirns an.

Dieses ist, was eigne Untersuchungen gelehrt haben, welche mit denen von Bischoff [2]) übereinstimmen. Vogt [3]) nimmt drei Formen der Zellenentwickelung an. 1) Der Kern wird vorgebildet und um ihn herum erst die Zelle. Diese Form glaubt er besonders in der Rindenschicht des Dotters, überhaupt in den eigentlichen Dotterzellen annehmen zu müssen. 2) Die Zelle wird zuerst gebildet und der Kern tritt später auf; in den Zellen der *Chorda dorsalis* und den secundären Knorpelzellen, und 3) Zelle und Kern treten gleichzeitig auf, wie in den primären Knorpelzellen. Kölliker [1]), der sonst so fleissig beobach-

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 701. — 2) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Canincheneies. Braunschweig 1843. 89—90. — 3) Vogt, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte. Solothurn 1841. 21 seq. 119 seq. — 4) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. 20 seq.

tet, lässt sich einer Theorie zu Liebe verleiten, nur eine Entstehung der Zellen zu statuiren und zwar nur endogene Zeugung im Embryo. Alle im Körper vorhandenen Zellen sollen nach ihm von einer einzigen abstammen, nämlich von dem ersten Zellenkerne im ersten Furchungshügel (Zellenkerne). Auch soll die angegebene Entstehung der Exsudat- und Eiterkörper, wie sie Henle lehrt und wie sie der Verfasser nach eignen Untersuchungen kennen gelernt hat, falsch sein, vielmehr glaubt er, dass diese Körper so wie die Zellen, welche zur Epidermis werden, ursprünglich ein helles Bläschen seien, dessen Inhalt sich trübt, fester wird und in 4—8 kleine Körperchen zerfällt, die dann unter Auflösen der Hülle ganz frei werden.

Nicht unbeachtet können wir hier die Entdeckung Ascherson's [1]) lassen, welche so viel Aufsehen erregt hat. Derselbe hatte nämlich bemerkt, dass, wenn Oel und Eiweiss in kleinen Partikeln mit einander in Berührung kommen, das Eiweiss das Oel gleich einer membranösen Hülle überziehe; besonders leicht geschehe dieses bei dem Schütteln dieser Stoffe mit einander. Es entstehen dann Kügelchen, ovale, eiförmige, auch ganz unregelmässige Körperchen, die sich gegenseitig berühren können, ohne dass sie zusammenfliessen, zum Zeichen, dass das Eiweiss einen festen Ueberzug über das Oel mache oder vielmehr dass das Eiweiss fest an dem Oele hafte. Diesen Ueberzug nennt Ascherson Haptogenmembran. Diese Membran soll selbst eine Art Stoffwechsel erlauben, indem sie, wenn derartige künstliche Zellen in Oel gethan werden, einschrumpft, faltig wird, dagegen wenn die Zelle ins Wasser kommt, angespannt wird. In Essigsäure soll sie platzen. Der genannte Beobachter findet nun bei diesem Verhalten beider Stoffe eine vollständige Analogie zwischen diesen künstlichen Zellen, wie er jene verschieden geformten Körperchen nennt, und den natürlichen. — Wir wollen zwar gar nicht in Abrede stellen, dass in den angegebenen Verhältnissen ein Verdichten des überziehenden Eiweisses, ein inniges Haften an der Oberfläche des Oeles stattfinde, müssen aber eine wirkliche Gerinnung desselben leugnen und die

---

1) Ascherson, in J. Müller's Archiv. 1840. 44.

Analogie mit den natürlichen Zellen zurückweisen. Wir haben oben gesehen, welchen complicirten Weg die Natur einschlägt um ihre Zellen zu bilden, muss man sich da nicht wundern, dass die Natur nicht lieber den einfachen von Ascherson angegebenen Weg einschlägt? Vergleichen wir aber eine natürliche Zelle etwas genauer mit einer künstlichen, so schwindet alle Analogie; diese besteht aus zwei einander adhärirenden Tröpfchen, jene aus einer regelmässig gebildeten Zellhaut, dem quantitativ und qualitativ sich stets ändernden Inhalte, dem Kerne und dem Kernkörperchen; diese wird durch mechanische Mengung erzeugt, jene hat einen regelmässigen organischen Entwickelungsgang, sie wächst, hat ihre Metamorphosen und stirbt. Von allen dem bei der künstlichen Zelle keine Spur. Also eine Zellengenesis wird durch die Ascherson'sche Beobachtung gewiss nicht gegeben. Doch fragt es sich, ob sie nicht mit einfacheren oder mit dem einfachsten organischen Gebilde, mit den Elementarkörnern, verglichen werden kann. Wir glauben es. — Wir haben oben gesehen, dass die Elementarkörner aus Oel mit einer eiweissstoffigen Membran bestehen, gerade wie die Ascherson'schen Zellen, beide scheinen streng genommen auch keiner weitern Metamorphose fähig zu sein, denn wenn die Elementarkörner zur Bildung der Zellen verwendet werden, so gehen sie zu Gruppen zusammen und nachdem sie sich mit einer Membran umgeben haben, schwinden sie, denn bei der nun beginnenden höhern Lebensthätigkeit der Zelle können diese einfachen, an das Physikalische grenzenden Formen nicht bestehen. Die Natur bedient sich dieser einfach physikalischen Form nur, um zu den complicirteren vitalen Zellen aufzusteigen. Doch auch selbst zwischen diesen Elementarkörnern und den Ascherson'schen Zellen besteht noch mancher gewichtige Unterschied. In den Elementarkörnern wird der physikalische Vorgang der Adhäsion zweier Flüssigkeiten schon von dem Leben beherrscht, denn die Elementarkörner sind von regelmässiger, bestimmter Form und Grösse, haben die Neigung sich zu gruppiren und mit einer gemeinschaftlichen Membran sich zu umgeben, es besteht also eine gewisse Beziehung der einzelnen Körper zu einander, sie bilden sich aus dem bildungsfähigen Blasma, die Ascherson'schen Körper dagegen haben weder

bestimmte Grösse noch bestimmte Gestalt, es mangelt jede Beziehung des einen zu dem andern und sie bilden sich unter rein mechanischen Einflüssen. — Doch soll und kann nicht geleugnet werden, dass durch die Ascherson'sche Entdeckung ein helleres Licht auf die Bildung der Elementarkörper geworfen wird und die physikalischen Bedingungen ihrer Entstehung einsichtlicher werden, denn Eiweiss und Oel findet sich in fast allen thierischen Flüssigkeiten.

§. 52.

Zellenvermehrung. Nachdem wir die Entstehung der primären Zelle, so weit es der jetzige Stand unserer Erfahrung erlaubt, verfolgt haben, ist nun zu untersuchen, wie sich die Zellen vermehren, gleichsam fortpflanzen. Man kann vielleicht drei Hauptformen der Zellenvermehrung annehmen: die Theilung einer schon fertigen Zelle, die Sprossenbildung und die endogene Zeugung. Die Theilung ist ein sehr einfacher Vorgang und besteht darin, dass innerhalb einer ältern Zelle eine oder mehrere Scheidewände entstehen, welche den innern Raum in zwei oder mehrere kleine Räume trennen. Die neuen Scheidewände gewinnen nach und nach an Festigkeit und Selbstständigkeit, werden der Wand der ursprünglichen Zelle gleich, so dass man später die neuen Zellen von der ältern nicht mehr unterscheiden kann. Diese Form der Zellenvermehrung kommt nur bei den niedrigsten Pflanzen vor und ist schon längst beobachtet, neuerdings aber in Kützing's classischem Werke [1]) wieder beschrieben und abgebildet worden. Die Fortpflanzung der Zellen durch Sprossenbildung besteht darin, dass sich an einem Punkte der äussern Fläche einer Zelle Bildungsstoff anhäuft und zu einer jungen Zelle umwandelt, die allmählig grösser, fester und der ältern Zelle ganz ähnlich wird. Auch diese Art der Fortpflanzung kommt nur bei niedern Pflanzen vor und ist auf Kützing's Tafeln oft dargestellt. Die endogene Zeugung der Zellen besteht darin, dass innerhalb einer alten ausgebildeten Zelle und aus deren Inhalte sich eine oder mehrere neue Zellen entwickeln.

---

1) *Kützing, Phycologia generalis* oder Anatomie und Systemkunde der Tange. Lpzg. 1843. 4.

In diesem Falle ist der Inhalt der Mutterzelle das Blastem für die Tochterzellen. Der eigentliche Vorgang ist durch Beobachtungen noch nicht erläutert, es ist aber wahrscheinlich, dass er mit der Bildung der Elementarzellen übereinkommt. Dieser endogenen Zeugung bedient sich die Natur zur Zellenvermehrung bei den höheren Pflanzen und Thieren, besonders ist sie bei der frühesten Bildung des Embryo beobachtet worden. Schon A. de Quatrefages [1]) und Dumortier [2]) haben diesen Vorgang bei *Limnaeus* und *Planorbis*, und Reichert [3]) bei den Fröschen und den Hühnereiern gesehen und beschrieben.

Dass derselbe Process sich auch in krankhaften Gebilden wiederholt, haben die Erfahrungen Valentin's [4]) am Carcinom, Joh. Müller's [5]) am Sarkom und Carcinom, Vogel's [6]) am *Fungus medullaris*, Enchondrom und Carcinom, so wie die eignen des Verfassers am Osteosarkom des Hinterkiefers eines Ochsen und des Mastdarmkrebses eines 58jährigen Mannes gezeigt.

Durch diese endogene Zeugung von Zellen scheinen nur solche Gebilde auch später noch zu wachsen, welche aus wesentlich unveränderten Zellen bestehen, wie die Knorpel; denn sobald die Zelle irgend eine wesentliche Metamorphose erlitten hat, kann sie ihrer Natur nach nicht mehr fähig sein, im Innern neue Zellen zu erzeugen, sie ist selbst nicht mehr Zelle, sie ist etwas Anderes, ein höheres Gebilde geworden, welches nur sich selbst ernähren kann. Auch sind alle Beobachtungen endogener Zellenerzeugung entweder an embryonalen Bildungsformen oder an solchen Gebilden späterer Lebensperioden, welche wesentlich nur aus Zellen bestehen, gemacht worden.

§. 53.

Metamorphose der Zelle. Um in die Gewebe des Körpers überzugehen, muss natürlich die Zelle manche Verände-

1) *Quatrefages, Ann. des sciences nat. Ser.* 2. *II.* 115. — 2) *Dumortier, ibid. VIII.* 146. — 3) Reichert, Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche. 6. u. 88. — 4) Valentin, Repertorium. II. Tab. I. Fig. 11. — 5) Joh. Müller, Bau der krankhaften Geschwülste. Taf. I. Fig. 14. Taf. II. Fig. 2. 3. 5. 14. Taf. III. Fig. 4. — 6) *Vogel, Icon. histol. path. Tab. VI. Fig.* 10. *Tab. X. Fig.* 9. *Tab. XX. Fig.* 12.

rung der Form und Mischung erfahren. So viel auch in neuester Zeit von Valentin, Schwann, Henle und Andern in dieser Sache geleistet worden ist, so giebt es doch noch viele Gewebe, deren Entstehung aus Zellen man mehr aus nur einzelnen beobachteten Momenten ihrer Entwickelung und aus Analogie schliessen, als aus einer ununterbrochenen Reihe einander ergänzender und erklärender Beobachtungen beweisen kann. Wir werden Gelegenheit haben, bei den einzelnen Geweben auf diese Punkte aufmerksam zu machen.

Die Zelle besteht bei ihrer Metamorphose entweder als solche fort oder sie geht ganz in dem neuen Gewebe unter. Im erstern Falle kann sie ihre Selbstständigkeit behalten oder verlieren.

A. Die Zelle besteht als solche fort

a) mit aller Selbstständigkeit und Freiheit. Hierher gehören die freien Zellen im Blute, Blutzellen, und in der Lymphe, Lymphzellen.

b) Mit Selbstständigkeit und ohne Freiheit. Die Zellen liegen im engen Raume zusammen, platten sich gegenseitig ab und jede einzelne nimmt eine polyedrische Gestalt an. Einige Pigmentzellen.

c) Die Zelle besteht selbstständig fort, umgiebt sich aber mit einer neuen äussern Haut. Ganglienkugeln.

d) Die Zelle behält ihre Selbstständigkeit und erleidet nur von dem Inhalte aus eine eigene Metamorphose. Es schlägt sich nämlich aus diesem eine zarte Schicht auf die innere Fläche der Wand nieder und verdickt diese. Da sich aber dieser Process wiederholt, so wird die Höhle immer mehr beschränkt und schwindet endlich ganz, so dass ein solides Körperchen entsteht, welches noch ganz die Form der frühern Zelle haben kann, nur bei runder oder ovaler Gestalt ein concentrisch gestreiftes Ansehen und bei polyedrischer Gestalt regelmässige, den Rändern gleichlaufende Streifen zeigt. Doch scheinen solche Körperchen ziemlich selten zu sein. Schwann [1]), der zwar ein solches streifiges An-

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. 221.

sehen bei aneinanderliegenden Zellen bemerkt hat, ist geneigt dasselbe von Mutterzellen mit ihrer mehrfach eingeschachtelten Brut abzuleiten; Henle [1]) und Gruby [2]) wollen sie im catarrhalischen und tuberculösen Auswurfe bemerkt haben. Ich habe nie dergleichen wahrnehmen können.

Bei dieser Art solider Körperchen macht Henle auf die sogenannten Porenkanäle aufmerksam, das sind feine Kanäle, die sich in dergleichen Körperchen von der Peripherie in gerader oder gewundener Richtung, einfach oder verzweigt nach dem Centrum hinziehen. Sie sollen dadurch entstehen, dass es an der innern Fläche der Zellenwand einzelne Punkte giebt, die von dem Niederschlage nichts annehmen; da sich nun eine folgende Schicht nur auf eine vorhergehende niederschlägt, so müssen auch in diesen an den entsprechenden Stellen Lücken bleiben und so endlich die Porenkanälchen entstehen, die sich nun mit Luft, Flüssigkeit oder kalkartiger Masse anfüllen. Diese Art solider Körperchen kommt bei den Pflanzen oft, in dem Thierkörper sehr selten vor. Henle hat sie in den Knorpelzellen der menschlichen Epiglottis gesehen und abgebildet.

e) Die Zelle besteht noch längere Zeit als solche fort, entwickelt sich aber besonders in einer Richtung und zwar in der Höhe. Die so sich kegelartig verlängernden Zellen stehen dicht gedrängt, sind mit ihrer Spitze auf der untenliegenden Fläche befestigt, liegen mit ihrer Basis frei, und da die Zellen einander beschränken und abplatten, so ist die Basis jeder einzelnen Zelle nicht regelmässig sechseckig, d. i. das Cylinderepithelium (welches nach seiner vollkommenen Entwickelung abgestossen wird).

f) Die Anfangs runde Zelle strebt sich weniger in die Höhe als in die Breite auszudehnen, wird aber darin durch die Nachbarzellen gehindert, wird daher ebenfalls vieleckig. In der weitern Entwickelung nimmt der Zelleninhalt ab, die obere und die untere Fläche nähern sich einander und wenn der Inhalt

---

1) Henle, Allg. Anatomie. 182. — 2) *Gruby, Observationes microscopicae ad morphologiam pathol. p.* 27. *Tab. V. Fig.* 89. 92.

ganz geschwunden ist, berühren sie sich gegenseitig, verschmelzen mit einander und bilden endlich sehr feine, vier-, fünf- oder sechseckige Blättchen, Hornblättchen, welche endlich nach aussen abgestossen werden. Pflasterepithelium, Epidermis, Nägel.

g) Die Zelle besteht ganz wie bei dem Cylinderepithelium fort, nimmt auch ganz dessen Form an, an dem Rande der Basis aber bilden sich regelmässig gestellte und geformte Fortsätze, welche in einer bestimmten Richtung stets in regelmässiger ruderartiger Bewegung begriffen sind. Man nennt diese Fortsätze Flimmerhaare, die Zelle eine Flimmerzelle, die Bewegung das Flimmern und das Ganze das Flimmerepithelium.

h) Die Zelle besteht fort, wird nicht durch Nachbarzellen beschränkt, schickt an unbestimmten Stellen unregelmässige, sich oft verzweigende Verlängerungen aus, welche sich auch wohl mit gleichen Verlängerungen benachbarter Zellen zu vereinigen scheinen. Diese Verlängerungen sind nicht blosse Auswüchse der Zellenhaut, sondern wirkliche Verlängerungen der Zellenhöhle, denn sie haben mit derselben gleichen Inhalt. Hierher gehören die ramificirten Pigmentzellen, vielleicht auch die Hirnganglienkugeln Remak's und die Spinalkugeln Stilling's. Bei der ersten Entstehung der Haargefässe sckicken, nach Schwann, die Zellen ebenfalls Aeste aus, welche mit gleichen Aesten benachbarter Zellen zusammenfliessen und so ein feines Netz von Gefässen darstellen.

i) Die Zelle verlängert sich nach zwei entgegengesetzten Seiten, spitzt sich an beiden Enden zu und erlangt dadurch eine spindelförmige Gestalt, welche wir als gesundes Gewebe in den unwillkührlichen Muskelfasern des Magens und des Darmkanals während ihrer Entwickelung, aber auch in vielen krankhaften Gebilden wiederfinden. Der Kern und die Kernkörperchen sind, wo sie überhaupt vorhanden, deutlich zu sehen, der Inhalt ist meist hell. Von nun an weichen aber die normalen und anomalen Zellen dieser Form in ihrem weitern Entwickelungsgange aus einander. Die normale unwillkührliche Muskelfaser plattet sich ab, der Kern und die Kernkörperchen schwinden und an beiden Enden spaltet sie sich in ihre Fibril-

len, die oft von Kernfasern umgeben werden. Die spindelförmigen Körper in krankhaften Gebilden bilden oft zarte oder stärkere Häute, in denen diese bemerkten Körper in gewisser Art alternirend liegen, so dass der breite, den Kern enthaltende Theil zwischen den dünnern, spitzern Enden benachbarter Zellen liegt. In vielen krankhaften Gebilden scheint die Zelle auf dieser Entwickelungsstufe stehen zu bleiben. So fand ich die Haut einer Cyste an dem Ovarium einer 59jährigen Frau ganz aus solchen spindelförmigen Zellen zusammengesetzt, in einem Osteosarkom dagegen gingen sie offenbar in Zellenfasern über, indem sie sich immermehr verlängerten, der Kern endlich schwand und die ganze Faser eine ziemlich unbedeutende aber gleichmässige Breite bekam; auch verflossen sie an den Enden mit den benachbarten, und so wurde ein dichtes Gewebe aus ziemlich parallellaufenden Fasern dargestellt. Valentin [1]) und Vogel [2]) bildeten ähnliche Formen ab.

B. Die Zelle besteht fort, verliert aber ihre Selbstständigkeit, da sie für sich allein den verlangten Elementartheil nicht darstellen kann. Die Zelle verliert ihre Selbstständigkeit dadurch, dass ihre Wand entweder mit der Intercellularsubstanz oder mit den benachbarten Zellen ganz verwächst. Wir sehen dieses in den wahren Zellenknorpeln, wo selbst in den spätern Stadien die Existenz einer eignen Zellenwand von vielen Histiologen in Zweifel gestellt worden ist; ebenso ist es mit den Knochenkörperchen. Man könnte auch die Bildung der Nägel und Hörner hierher rechnen, wenn nicht durch Säuren die Intercellularsubstanz sich auflösen und so die in Blättchen verwandelten Zellen sich wieder herstellen liessen. Ohne dieses chemische Agens sind die Zellen allerdings auf das Innigste mit der Zwischensubstanz verbunden. Bei dem wahren Zellenknorpel liegen nun die Zellen entweder sehr dicht gedrängt oder sie haben eine mehr oder minder bedeutende Zwischensubstanz zwischen sich; im ersten Falle wird

---

1) Valentin, Repertorium. 1837. p. 280. Tab. I. Fig. 17 c. — 2) *Vogel, Icones hist. pathol. Tab. IV. Fig.* 3. 4.

durch Verwachsung mehrerer Zellen unter einander, besonders wenn diese als Mutterzellen Tochterzellen einschliessen und selbst diese wieder junge Brut in sich haben, ein gestreiftes Ansehen erzeugt, welches den *sub A. d.* erwähnten soliden Körperchen ähnlich ist. Ist dagegen viel Zwischensubstanz zwischen den Zellen und verwächst die Zellenwand mit dieser, so erscheint die Zelle nur als eine einfache Aushöhlung der Hyalin oder Intercellularsubstanz. Die Knochenkörperchen scheinen ebenfalls mit ihrer Umgebung innig verwachsen zu sein.

C. Die Zelle geht bei der Bildung des neuen Elementartheiles ganz unter.

a) Die Zellen reihen sich linear an einander, verwachsen mit einander, die entstandenen Scheidewände werden resorbirt, so dass eine feine Röhre entsteht, die wieder durch anderweitige Metamorphosen, als durch Verschwinden des Lumen der Röhre in solide Zellenfasern, durch Auflagerung neuen Bildungsstoffes und Zerfallen in feine Fasern, in Primitivmuskelbündel, durch Umgeben mit einer feinen Scheide in Nerven-Primitivcylinder, durch Oeffnen der ganzen Zellenreihe nur nach einer Seite hin in schlauchartige Magendrüsen übergehen können.

b) Die Zellen lagern sich in der Fläche an einander, verwachsen mit ihren Wänden, platten sich ab, verlieren selbst später ihren Kern. So entsteht eine structurlose, hautartige Ausbreitung, in der man lange noch die Kerne der frühern Zellen, diese selbst aber nicht mehr unterscheiden kann. Nach eignen Untersuchungen entsteht auf diese Art die Demours'sche Haut. Ganz ähnlich scheinen sich das Epithelium mancher serösen Haut, z. B. der Bauchhaut, und an manchen Stellen die innere Gefässhaut zu verhalten; wahrscheinlich ist auch die durchbrochne Gefässhaut Henle's hierher zu rechnen.

c) Die Zellen gruppiren sich in Haufen, die im Centrum gelegenen Zellen schwinden und die äussern bilden eine einfache Membran, ein Bläschen, welches sich durch einen Intercellulargang nach irgend einer Fläche öffnet, einfacher

Drüsenbalg. Oder mehrere auf ähnliche Art gebildete Bläschen öffnen sich in einen gemeinschaftlichen grössern Intercellulargang, Ausführungsgang, Drüsenläppchen oder kleinere Absonderungsdrüse. Dass das so gebildete Drüsenbläschen so wie dessen Ausführungsgang sich wieder mit neuen Epitheliumzellen belegen kann, ist durch vielfache Erfahrungen dargethan. Auf diese Art entstehen nach Bischoff[1]) auch die Graaf'schen Bläschen des Eierstockes. Henle ist zu der Annahme geneigt, dass die äussersten, feinsten Drüsenbläschen nur einfache Zellen seien, indessen halte ich nach eignen Untersuchungen an vielen Säugethierembryonen den eben angegebenen Gang der Entwickelung für den gewöhnlichen.

§. 54.

Metamorphose des Zellenkernes. In allen bis jetzt beschriebenen Metamorphosen spielt der Zellenkern eine ganz untergeordnete Rolle, ja seine Function scheint mit der Vollendung der Zelle ganz beendigt zu sein, er schwindet daher ganz. So schwindet er meist in den ganz vollendeten Blutzellen, in den reifen Epithelien, in den Schüppchen der Epidermis, in vielen Knorpelzellen, Pigmentzellen und Knochenkörperchen, ferner in den Zellen, welche zur Bildung der Muskel-Primitivbündel, der Nervencylinder, der Demours'schen Haut u. s. w. verwendet werden. Dieses Schwinden des Zellenkernes geschieht in der Art, dass er zuerst mit der Zelle sich in die Länge ausdehnt (bei flächenartigem Aneinanderwachsen der Zellen ist dieses Verlängern natürlich nicht möglich), je weiter die Ausdehnung geht, desto mehr fadenartig wird der Kern; darauf wird dieser Faden an mehreren Stellen unterbrochen, die zurückbleibenden Reste werden immer kleiner, erscheinen als einzelne in eine Reihe gestellte Punkte, bis diese endlich auch schwinden. Solche Reste des Kernes findet man am häufigsten an den ungestreiften Muskeln. Da der Kern ursprünglich in der Wand der Zelle und zwar

---

1) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies. Braunschweig. 1842. S. 18.

mehr an der innern Fläche derselben liegt, das Product der Kernmetamorphose aber auf der äussern Seite des Productes der Zellenmetamorphose bemerkt wird, so muss mit der Zellenwand selbst eine Veränderung vorgehen, durch welche der früher an der innern Fläche gelegene Zellenkern auf die äussere Fläche der Zellenwand gelangt.

Der Zellenkern giebt nun zu folgenden Bildungen die Grundlage:

1) Der Kern wird auf die früher angegebene Weise selbst innerhalb seiner Zelle in eine Tochterzelle verwandelt. So wie er der Mutterzelle zur Grundlage diente, dient er auch einer Tochterzelle als erster Anfang.

2) Der Kern geht in ein Fettbläschen über. Dieses ist schon früher von Meckauer, von Arnold und von Henle beobachtet worden, indem sie in den Knorpelzellen Fettbläschen bemerkten. Diese Umwandlung ist eigentlich nur ein Stehenbleiben auf früherer Bildungsstufe, denn der Kern wird ja aus den ölhaltigen Elementarkörnern zusammengesetzt, die nur ohne anderweite Bildungsfortschritte in einander zu verfliessen brauchen, um einen solchen fetthaltigen Kern darzustellen. In krankhaften Entartungen kommt diese Form öfter vor als in normalen Geweben. Ich fand dergleichen in dem Osteosarkom des Hinterkopfes eines Ochsen und in der Melanose des Auges eines Mädchens. In der letztern waren die Kerne theils noch deutlich sichtbar, theils enthielten sie solche Fettbläschen, theils waren die Kerne gar nicht zu bemerken und die ganze Zelle war mit einem dunkelgrün gefärbten Oele gefüllt. In diesem Falle war entweder früher ein Kern dagewesen, hatte sich aber vollkommen aufgelöst, oder die ganze Zelle war ursprünglich nur Kern. In keiner der Zellen aber, die in grosser Menge untersucht wurden, waren, wie in den eigentlichen Pigmentzellen, Pigmentkörner wahrzunehmen.

3) Der Kern wird neben der Zelle zu einer Faser, der Kernfaser, umgewandelt. Diesem Vorgange hat Henle seine besondere Aufmerksamkeit geschenkt, dessen Darstellung wir hier auch folgen. Gerber[1]) machte schon darauf aufmerksam, dass zu-

---

1) Gerber, Handb. der allg. Anatomie. p. 70. u. Taf. VII. Fig. 219.

weilen die Kerne durch Zwischenkernfaden unter sich verbunden seien und nannte diese schon Kernfaden. Valentin [1]) begriff sie nebst einigen andern Dingen unter dem Namen des fadig aufgereihten Epithelium, und Henle [2]) endlich hat die von Valentin noch mit aufgenommenen fremdartigen Formen ausgeschieden und die eigentliche Umwandlung der Kerne in Kernfasern genauer beschrieben und abgebildet.

Durch Umwandlung des Zellenkernes werden dreierlei Kernfasern auf folgende Weise gebildet: 1) Grade Kernfasern, durch einfache Verlängerung des Kernes bewirkt. Liegen nämlich die Kerne der zusammengereihten Zellen alle auf einer Seite, so reicht diese einfache Verlängerung schon hin, die Kerne berühren sich gegenseitig, sie verschmelzen mit einander und nehmen nach und nach eine gleichmässige Breite an. So entsteht neben dem Producte der Zellenumwandlung, der Zellfaser, das Product des Zellenkernes, d. i. eine den Zellenfasern parallel laufende Kernfaser. Diese unterscheidet sich bei vollendeter Entwickelung von jener durch ihre dunklern Conturen, durch die grössere Feinheit (sie gleicht oft den aus den Zellenfasern hervorgegangenen Fibrillen) und durch die Unauflöslichkeit in Essigsäure. 2) Spiralige Kernfasern. Liegen die Kerne der verschmelzenden Zellen alternirend, so schickt jeder eine absteigende Verlängerung schief nach der einen Seite und eine aufsteigende Verlängerung schief nach der andern Seite, so dass die aufwärtssteigende Verlängerung eines Kernes mit der abwärtssteigenden des höhern Kernes auf der vordern Fläche, und die abwärtssteigende Verlängerung desselben Kernes mit der aufsteigenden des darunter gelegenen Kernes auf der hintern Fläche zusammenkommt, wodurch eine spiralige Umwickelung des Zellenproductes (Zellfaserbündel) von Kernfasern entsteht. Dergleichen Spiralen sind bald weitläufiger, bald enger, ja bisweilen so eng, dass sie Kreise bilden, und kommen nicht selten mit graden Kernfasern untermengt vor. 3) Netzartig verbundene Kernfasern, welche sich auf den Flächen der platten Zellfasern bilden. Sie entstehen ebenfalls

1) Valentin, Repertorium. III. p. 309 und Fig. 1. — 2) Henle, Allg. Anatomie. S. 193.

durch Verschmelzen der sich verlängernden Kerne, jedoch verschmelzen nicht nur die in der Längsrichtung sich berührenden Kerne, sondern es treten auch seitwärts rankenartige Verlängerungen auf, die mit den seitlich benachbarten Kernfasern zusammenkommen und mit diesen verwachsen. Da nun diese Verwachsungen bei ungestörter Entwickelung in sehr regelmässigen Abständen geschehen, so wird zwischen je zwei und zwei Lagen Zellfasern ein sehr regelmässiges Netzwerk gebildet, wie man es in den Häuten der Gefässe und in der Muskelhaut der Eingeweide findet. Auch die spiraligen und die netzartigen Kernfasern characterisiren sich durch dunkle Conturen, geringen Umfang oder Dicke und Unauflöslichkeit in Essigsäure. In Bezug auf letztere Eigenschaft muss aber noch bemerkt werden, dass es auch noch andere Fasern giebt, die nicht in Essigsäure auflöslich sind.

Alle diese verschiedenen Kernfasern scheinen bald solid, bald hohl zu sein; dass sie letzteres bisweilen sind, zeigt die Ablagerung von Kalk in denselben. Das Vorkommen der Kernfasern ist ein sehr verbreitetes. Meist gerade Kernfasern finden wir in dem Zahnbeine, in der Hornhaut, im Bindegewebe, in den Sehnen und Bändern. In allen diesen Vorkommnissen schicken sie auch bisweilen Aeste aus, wie man es regelmässig in dem elastischen Gewebe findet. Die spiraligen Kernfasern kommen häufig vor in dem Bindegewebe, die netzartigen Kernfasern dagegen in den Längsfasern der Venen, in der mittlern Arterienhaut, in den unwillkührlichen und wahrscheinlich auch in den willkührlichen Muskeln. Endlich scheinen dergleichen Kernfasern nicht blos in bündelförmigen oder faserigen, sondern auch in membranösen Organentheilen vorzukommen, wo also die Zellen nicht in Reihen, sondern in einer Fläche an einander liegen, so dass auch die Kernfasern ein maschenreiches Netz bilden mögen.

§. 55.

Blastema, Plasma, Cytoblastem, parenchymatöse Urbildungsflüssigkeit, Intercellularsubstanz. Berücksichtigen wir die Entstehung der Zellen aus einer homogenen Flüssigkeit, so wie die Thätigkeit der Zellen, die sich hauptsächlich durch Stoffwechsel äussert, erinnern wir uns ferner, dass jeder

Elementartheil (metamorphosirte Zelle) stets zerstört und erneuert wird, so wird es einleuchtend sein, dass eine Flüssigkeit als Quelle alles Organischen überall im Körper enthalten sein muss, dass sie sich selbst in compacteren Theilen finden wird, wo sie aber ohne chemische Vorbereitung, selbst durch das Mikroskop, nicht wahrgenommen werden kann. Die erste ursprüngliche Bildungsflüssigkeit im menschlichen Körper, so wie bei den höhern Thieren, ist das Serum der Lymphe und des Blutes, eine eiweiss- und fettreiche, helle, wenig gelb gefärbte Flüssigkeit, welche zu den Lymphkörpern und Blutzellen sich ganz wie deren Plasma, Cytoblastem verhält, aber auch von dem Blutsysteme aus alle festweichen, ja auch die harten Theile als parenchymatöse Bildungsflüssigkeit durchdringt und den Stoff zu deren Ernährung darbietet. Der geistreiche Carus [1]) war der Erste, der auf eine naturgemässe Erklärung der Ernährung unter Berücksichtigung dieser Flüssigkeit drang, noch ehe die Lehre von der Zellbildung durch Schwann dargestellt war. Innerhalb der Elementartheile scheint diese Flüssigkeit nicht allein zu deren Ernährung, sondern auch zu deren Befestigung untereinander gleichsam als flüssiger, sich stets erneuernder Leim zu dienen, denn wenn wir die Scheide eines primitiven Muskelbündels trennen, so fallen die primitiven Muskelfasern noch nicht auseinander, sondern werden noch zusammengehalten; eben so sahen wir bei der Bildung der Zellen die Primitiv- oder Elementarkörner durch das Blastem selbst zusammengehalten. Da aber die Zellen und die Producte ihrer Metamorphose, die Gewebtheile, sich nur aus dieser Flüssigkeit ernähren, nur aus ihr das für sie nöthige Material entnehmen können, so muss natürlich auch diese selbst manche Veränderung erleiden und in verschiedener Form vorhanden sein. An den meisten Stellen stellt das Plasma eine helle, durchsichtige, farblose oder wenig gelbgefärbte Flüssigkeit dar, in andern Fällen sehen wir sie granulös mehr oder weniger mit Elementarkörnern vermengt, als Zeichen, dass die Bildungsthätigkeit besonders angeregt ist, daher im Eidotter, in der Milch, in den Geweben des Embryo, im Eiter, in entzünde-

1) Carus, System der Physiologie. II. p. 11 seqq.

ten Theilen, in den meisten krankhaften Geschwülsten. In einigen ganz normalen Geweben organisirt sich diese Intercellularflüssigkeit und bildet vielfach unter einander verflochtene Fasern, wie in dem Faserknorpel, in welchem die Zellen ganz locker, wie in einem aus solchen Fasern gewebten Neste liegen. In den ältern wahren Knorpeln nimmt die Intercellularsubstanz ebenfalls nicht selten ein faseriges Gefüge an, aber die Fasern verlaufen mehr gestreckt neben einander.

Anmerkung. Joh. Müller (Bau der krankhft. Geschwülste S. 18. Taf. II. Fig. 4.) rechnet mit einigem Zweifel, Henle aber (Allg. Anat. S. 214.) mit ziemlicher Gewissheit auch die Fasern aus dem *Carcinoma alveolare* hierher. Man könnte alle diese Fasern Intercellularfasern nennen.

Die Consistenz der Intercellularsubstanz schwankt von dem ganz Flüssigen bis zu dem völlig Harten. Ganz flüssig finden wir sie als Serum des Blutes, der Lymphe und in den meisten festweichen Geweben. Ziemlich fest, sehr elastisch, durchscheinend, in dickern Massen von milchglas ähnlicher Färbung, in dünnen Scheibchen ungefärbt, sehen wir die Intercellularsubstanz bei den wahren Knorpeln. Sehr fest, von der bekannten Farbe ist die Intercellularsubstanz der Knochen, wenn man die Knochenkörperchen als Zellen deutet. Da nun aber der Knochen in seinem innersten Gewebe stets noch eine nicht unbedeutende Menge Feuchtigkeit enthält, welche von dem Blute des Knochens herzuleiten ist und zu der Ernährung desselben dient, so ist man genöthigt, noch eine parenchymatöse Flüssigkeit, also eine zweite Intercellularsubstanz anzunehmen. Die erstere würde man als ein älteres, nur langsam seine Stoffe ferner wechselndes Depositum aus dem eigentlichen Cytoblastem anzusehen haben und mit der faserigen Intercellularsubstanz der Knorpel in eine Kategorie bringen. So wie aber diese Intercellularsubstanz des Knorpels stets von neuem flüssigen Blastem durchdrungen wird, so auch diese harte Intercellularsubstanz der Knochen. Ebenfalls sehr fest, nur weniger leicht zu bemerken ist die Intercellularsubstanz der Nägel, Krallen, Hufe, Klauen, Hörner. Sie dient hier hauptsächlich als sehr festes Bindemittel für die einzelnen in Lamellen verwandelten Zellen und wo diese sehr dicht gedrängt liegen, ist

sie selbst durch das Mikroskop kaum wahrnehmbar. Ihr Dasein wird aber deutlich, sobald verdünnte Säuren auf diese Horngebilde wirken, denn diese lösen die Intercellularsubstanz auf, so dass nun die einzelnen Blättchen auseinanderfallen, zum deutlichen Zeichen, dass sie vorher durch ein Bindemittel zusammengehalten waren.

In den meisten Gebilden bleibt zwar Zellenwand und Intercellularsubstanz völlig geschieden und man muss jeder Zelle ihre eigene Wand zusprechen, jedoch in den wahren Knorpeln verschmilzt, wie schon bemerkt, die Zellenwand oft mit der Zwischensubstanz.

So wie es aber Intercellularsubstanz und Intercellularfasern giebt, so giebt es auch Intercellularräume. Man versteht darunter Aushöhlungen in der Intercellularsubstanz, Räume zwischen den Zellen. Dem ursprünglichen Begriffe nach haben diese Räume keine eigne Wand, sobald sie jedoch nur zu einiger Ausdehnung gelangen, belegen sich ihre Begrenzungsflächen mit einer besondern Schicht Zellen, die in ein Epithelium übergeht. Auf diese Weise entstehen kleinere Räume, Gänge, Canäle und grössere Höhlen. Nicht selten hat aber das Erkennen und Deuten derselben als solche seine Schwierigkeiten. Denn nehmen wir z. B. mit Schwann an, dass die Capillargefässe aus Zellen entstehen, so ist die Höhle derselben Zellhöhle und der Inhalt Zellinhalt, während die grössern Gefässe doch bestimmt ursprünglich Intercellulargänge sind, man müsste denn zugeben, dass Zellhöhlen in Intercellularräume ausmünden und der Inhalt des Einen in den Inhalt des Andern übergehen könne. Als Intercellularräume sind ferner zu betrachten: die Augenkammern, die Ausführungsgänge der Drüsen, die Höhle der Brusthaut, des Herzbeutels, der Bauchhaut, die Knochenhöhlen. Solche Intercellularräume entstehen bald durch Anhäufung von Zellen, von denen die innerst gelegenen resorbirt werden, Drüsenbläschen, bald durch Resorption der Intercellularsubstanz, Augenkammern, bald dadurch, dass die Zellen sich um einen mit Blastema gefüllten Raum lagern und mit einander verschmelzen (das Blastema kann dann noch ferner bleiben oder entfernt werden), Blutgefässe, Ausführungsgänge der Drüsen. Dass die Form, der Zweck und

der Nutzen dieser Intercellularräume ein höchst verschiedener und mehr oder weniger wichtiger sei, geht aus den angeführten Beispielen deutlich hervor.

§. 56.

Lebenserscheinungen der Zelle. Die Lebenserscheinungen der Zelle können sich nur auf eignes Wachsthum, Stoffwechsel mit Absonderung und vielleicht auf Bewegung beziehen. Die Vergrösserung der Zelle zeigt von ihrem ersten Momente an ein wirklich lebendiges Wachsthum, keine bloss durch Anhäufung von Molecülen bedingte mechanische Vergrösserung. Man muss dieses daraus schliessen, dass die in ihrer Entstehung scheinbar ganz gleichen Zellen der verschiedenen Organentheile doch in ihrer spätern Entwickelung und Form, einer ihnen inwohnenden ursprünglichen Idee folgend, so bedeutend auseinander weichen und die mannigfaltigsten Organelemente darstellen. Sie zeigen in der Einheit des Ursprungs die reichste Mannigfaltigkeit der Entwickelung. Diese Mannigfaltigkeit dient aber wieder der Harmonie und Einheit des Ganzen. Aber auch die einzelne Zelle, ohne Vergleich mit andern betrachtet, zeigt bei ihrer Vergrösserung eben so wenig ein blos mechanisches Ausdehnen durch endosmotische Aufsaugung, als der schwangere Uterus durch das Ei nur mechanisch ausgedehnt wird. Die Wand der Zelle wird bei ihrem Wachsthume nicht dünner, sondern in vielen Fällen dicker, in Bezug auf Form und Mischung sehr verändert, sie verfolgt einen gewissen Zweck, sie strebt nach einem bestimmten Ziele. Dass bei dieser Veränderung der Kern und der Inhalt sich nicht blos passiv verhalten können, geht theils aus der Entwickelungsgeschichte, theils aus den Metamorphosen der Zelle hervor, und wir glauben hier nur auf diese verweisen zu dürfen. Es könnte hierbei nur noch die, wie uns scheint, sehr müssige Frage aufgeworfen werden, ob die feste Masse der Zelle oder der flüssige Inhalt das eigentlich Wirksame, das Belebte sei. Das Eine ist so belebt oder so todt als das Andere. Beide sind nur verschiedene Entwickelungsstufen der organischen Materie. Das Flüssige ist eine frühere, das Feste eine spätere Form. Könnte man die Zelle mit einem ganzen Thiere vergleichen, so würde der Inhalt dem Nahrungssafte entsprechen.

Stoffwechsel der Zelle. Dass die Zelle nicht allein Behufs ihres eignen Wachsthums, sondern auch Behufs des Bestehens des ganzen Körpers Stoffwechsel hat, geht aus ihrem Entstehen und Wachsthum, sowie aus den Absonderungsproducten hervor. Man hat in der neuern Zeit und zwar nicht ohne Glück versucht, den Stoffwechsel der Zelle mit einem rein physikalischen Vorgange zu vergleichen und nach denselben Gesetzen wie diesen zu erklären, und wenn dadurch einiges Licht auf diese dunkeln Vorgänge fällt, so möge man doch nicht vergessen, dass diese Erklärung sich nur auf einen sehr kleinen Theil des Zellenlebens bezieht und dass die wichtigsten Punkte des Wachsthums dadurch immer noch unerklärt bleiben. Die physikalische Erscheinung, deren man sich hier zur Erklärung bediente, ist die *Endosmose* und *Exosmose*. Man versteht aber unter Endosmose und Exosmose denjenigen Vorgang, welcher beobachtet wird, sobald zwei in irgend einer Art verschiedene, aber mischbare Flüssigkeiten durch eine organische, häutige Scheidewand getrennt, durch zwei entgegengesetzte Ströme, einen stärkeren — Endosmose — und einen schwächern — Exosmose — sich ins Gleichgewicht zu setzen streben. Die Strömungen dauern so lange, bis beide Flüssigkeiten sich gegenseitig so durchdrungen haben, dass sie als einander gleich zu erachten sind. Die eine nimmt natürlich dabei ab, die andere zu. Seit der Entdeckung dieser Erscheinung durch *Dutrochet* ist so viel darüber geschrieben, ist sie in alle Lehrbücher der Physik aufgenommen worden, dass wir hier nur das in physiologischer Beziehung Wichtige beizubringen haben.

Die Bedingungen, unter denen endosmotische Strömungen entstehen, sind folgende:

1) Beide Flüssigkeiten müssen sich mischen, daher entsteht zwischen Wasser und Weingeist eine lebhafte, zwischen Oel und Wasser aber gar keine Strömung.

2) Die trennende Scheidewand muss eine gewisse Verwandtschaft zu den getrennten Flüssigkeiten haben. Eine dünne Kautschukplatte lässt wohl Weingeist, aber nicht Wasser, eine mit Wasser getränkte Scheidewand lässt kein Oel, eine mit Oel ge-

tränkte kein Wasser durch. Wenn bei der Trennung von Weingeist und Wasser durch Kautschuk doch etwas Wasser übergeht, so liegt der Grund darin, dass es sich mit dem ihm entgegenkommenden Spiritus gemischt hat. Trennt Kautschuk eine Salz-, Zucker- oder Gummisolution von Wasser, so wird keine Strömung stattfinden. Mit Oel getränkte Scheidewände erlauben den mit Oel mischbaren Stoffen den Uebertritt, z. B. dem chromsauren Kali, essigsaurem Blei und andern Stoffen, die mit Oelen Seifen und Pflaster bilden. Von der Natur der Scheidewand hängt es ab, auf welcher Seite der stärkere Strom sein soll, trennt z. B. Kautschuk Wasser und Weingeist, so wird der stärkere Strom von dem Weingeist ausgehen, trennt aber eine thierische Haut diese beiden Flüssigkeiten, so geht der stärkere Strom von dem Wasser aus, weil die thierische Haut mehr Verwandtschaft zum Wasser, der Kautschuk mehr Verwandtschaft zum Weingeiste hat.

3) Alle Endosmose und Exosmose hört auf, sobald Stoffe concurriren, welche zerstörend auf die Scheidewand wirken. Gehemmt und endlich aufgehoben wird die Strömung, wenn sich auf einer Seite der Scheidewand Niederschläge bilden.

4) Dergleichen Ströme finden auch zwischen verschiedenen Gasen, so wie zwischen Gasen und tropfbaren Flüssigkeiten nach dem Gesetze der Diffusion der Gase statt.

Nicht unwichtig ist es, die Schnelligkeit kennen zu lernen, mit der die gegenseitige Aufnahme stattfindet. Je stärker die Verwandtschaft beider Flüssigkeiten, je dünnflüssiger und flüchtiger sie sind, je dünner die trennende Scheidewand ist und je mehr Verwandtschaft diese zu den getrennten Flüssigkeiten hat, desto schneller und unter günstigen Umständen fast augenblicklich sind die beiderseitigen Ströme. Ist die eine Flüssigkeit eine fliessende, sich also stets erneuernde, wo auch die Gegensätze beider Flüssigkeiten, die sich eben durch die endosmotischen Ströme immer auszugleichen streben, wieder erneuert werden, so ist natürlich die Endosmose und Exosmose noch lebhafter. Im Allgemeinen geht die Mischung mittelst Endosmose langsamer, als bei unmittelbarer Berührung, allein bei viscösen

Flüssigkeiten, z. B. Gummischleim, Eiweiss u. s. w., findet die Mischung schneller als bei unmittelbarer aber ruhiger Berührung statt. Der Grund davon liegt wahrscheinlich darin, dass in der trennenden Membran das Wasser dem Schleime oder Eiweisse in sehr vertheilter Gestalt dargeboten wird und daher recht viele Berührungspunkte gewährt, wie es auch beim Rühren und Schlagen geschieht.

Alle diese Erscheinungen in der unbelebten Natur sind zur Erklärung mancher Vorgänge in dem thierischen und menschlichen Organismus benutzt worden, wie zu der desStoffaustausches bei der Respiration, der Absonderungen zu der Ernährung, und allerdings werfen sie ein helleres Licht auf eine Seite dieser Vorgänge, indem wir sie nun zum Theil auf allgemeine Naturgesetze zurückführen können. Nur muss man dabei stets im Gedächtniss behalten, dass nur eine Seite dieser Lebenserscheinungen darin ihre Erklärung finden kann, während die andere Seite nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft eine solche physikalische Erklärung noch nicht zulässt und wahrscheinlich auch nie ganz zulassen wird. Wir werden daher im Laufe unserer fernern Betrachtungen auf diesen Gegenstand oft zurückkommen und wenden ihn hier nur auf das Zellenleben an.

Denken wir uns eine von dem Organismus getrennte, nicht mehr lebende Zelle in das ihr entsprechende Blastem gelegt, so wird für den ersten Augenblick noch ein endosmotischer Strom entstehen, aber nur so lange, als die Flüssigkeit im Innern der Zelle verschieden ist von dem Blastem und nach wenigen Augenblicken wird das Gleichgewicht hergestellt sein. Was ist nun aber die Ursache,- dass in einer lebenden Zelle die von Dutrochet an Pflanzenzellen wirklich beobachteten Strömungen stattfinden, dass die im Innern befindliche Flüssigkeit stets eine andere bleibt, als das Blastem? — Wahrscheinlich die eigene Ernährung der Zelle. — Indem sich die Kernkörperchen, der Kern, die Zellenmembran Etwas aus dem Zelleninhalt aneignen und Etwas dafür abgeben, möge dieses Etwas auch nur in einem Atome irgend eines Elementes bestehen, ist der Gegensatz sogleich wieder gegeben, der Strom wird wieder beginnen und der Vorgang so lange sich fortsetzen, als die Wände der

Zellen nicht so weit verändert sind, dass sie dergleichen Strömungen verhindern, wie z. B. bei der Verhornung der Epithelien, Zellentod. — Noch lebhafter wird aber wahrscheinlich die Strömung in den Zellen eines Absonderungsorganes sein, wo die Zelle das Veränderte, als Product ihrer Thätigkeit, stets nach Aussen abgiebt und folglich der Zelleninhalt und das Plasma stets heterogen bleiben. Dass aber die Zelle gerade so und nicht anders wirkt, dass die eine Zelle diesen Stoff, z. B. Hornstoff, durch Aufnahme der nöthigen Elemente aus dem Plasma bildet, während die andere phosphorsauren Kalk aus dem Plasma aufnimmt oder bildet, setzt schon ein Etwas voraus, welches über chemischer Affinität und über den Gesetzen der Endosmose steht und diese so wie jene nur zu bestimmten, im ganzen Organismus liegenden Zwecken benutzt. Schwann, der diese an den Zellen bemerkten chemischen Umwandlungen metabolische Erscheinungen nennt, bezeichnet auch die unbekannte Ursache davon mit dem Namen der metabolischen Kraft, durch welche aber auch Nichts erklärt ist. Die Entstehung der Zelle aus Elementarkörnern, die Umwandlung derselben in eine Flimmerzelle, in eine einfache oder ramificirte Pigmentzelle, in ein Muskelbündel, einen Nervencylinder u. s. w. setzt schon voraus, dass sie von ihrer ersten Entstehung an einer bestimmten Idee, dass sie vorher bestimmten Gesetzen folgt. Es bedarf daher gar nicht der Annahme einer solchen Kraft, deren Aeusserung man nur als eine gesetzmässige Erscheinung im Leben der Zelle zu betrachten hat.

Dass die verschiedene Lebendigkeit des Stoffwechsels, die langsamere oder raschere Ernährung eines Theiles von der Beschaffenheit seiner Zellen abhängt, wird nach dem Vorhergehenden einleuchten. Je jünger die Wände einer Zelle sind, desto rascher wird der Stoffwechsel sein, also im Allgemeinen auch je jünger die Zellen sind. Wer bewundert nicht die unglaubliche Raschheit, mit welcher die wesentlichen Theile des Embryo aus Zellen hervorgehen; je älter dagegen der Mensch ist, desto langsamer ist alle Bildung, desto mangelhafter alle Ernährung, die vorhandenen Theile und viele ihrer Zellen sind alt, ihre Wände sind fester, der Austausch der Stoffe kann nur langsam und unvollkommen sein. Die Regeneration verloren gegangener Theile

ist langsam und eben so unvollständig. Die erdigen festen Stoffe erlangen überall das Uebergewicht. Aber auch die einzelnen Gewebe haben einen langsamern oder raschern Stoffwechsel nach der Beschaffenheit ihrer Zellen oder deren Producte. Je näher das Gewebe eines Theiles der einfachen Zelle steht, je weicher und dünner seine Röhren, seine Fasern sind, desto rascher wird der Stoffwechsel in ihm vor sich gehen. Einige Beispiele werden die Sache erläutern. Das Gehirn, dessen graue Masse besonders ganz aus einer Anhäufung der zartesten Zellen besteht, wird also sehr raschen Stoffwechsel haben, wie auch die grosse Menge des zu ihm gehenden Blutes beweisst. Haller[1]) schätzt die Menge des zum Kopfe gehenden Blutes für den dritten und die zum Gehirn allein gehende Menge für den fünften Theil der im ganzen Körper vorhandenen Blutmenge, und unter Berücksichtigung der Grösse und des Gewichtes des Gehirns glaubt er, dass in einer gegebenen Zeit achtmal mehr Blut zum Gehirn als zu irgend einem andern Theile gehe. Hieraus geht doch ohnstreitig hervor, dass der Stoffwechsel nirgends im Körper so lebhaft ist, als im Gehirn, was mit seinem histiologischen Baue ganz übereinkommt. Die Fähigkeit aber, den Stoffwechsel so fortzuführen, wie ihn die Zelle einleitete, muss auch den Producten der Metamorphose der Zelle bleiben, denn die Zelle lebt und bildet sich ja von ihrem ersten Auftreten nach einer bestimmten Idee, von der sie nicht abweichen kann (dadurch ist es auch einigermassen einzusehen, wie Muskel immer nur wieder Muskel bildet, sich nur als solcher forternährt). Es werden also die Elementartheile, deren Wände zart und dünn wie Zellwände bleiben, ebenfalls einen raschen Stoffwechsel zeigen, also viel Gefässe bekommen, wie wir es von der weissen Hirnmasse und allen Nervenknoten sehen. Die Muskelfasern, welche ebenfalls sehr weich und zart sind, erhalten eine bedeutende Menge Blut und haben einen regen Stoffwechsel. So wird sich einst unter Berücksichtigung der histiologischen Natur eines Gewebes und der ihm zufliessenden Blutmenge eine Reihe aufstellen lassen, an deren einem Ende das Gehirn steht, als das Organ, in dem der

---

1) *Haller, Elementa physiologiae. IV.* 140. 141.

Stoffwechsel am lebendigsten ist, und am andern Ende die Nägel, in denen gar kein Umtausch der Stoffe mehr stattfindet. Diesen reihen sich an die Haare, Knochen, Knorpel, Bänder und Sehnen, das elastische Gewebe, das Zellgewebe, die Schleimhäute, die Cutis u. s. w.

Eine besondere sehr wichtige Eigenschaft älterer schon metamorphosirter Zellen ist die Fähigkeit, auf junge in ihrer Nähe entstehende Zellen formbestimmend einzuwirken, so dass diese in dasselbe Gewebe übergehen. Wenn nach Verletzung einer Sehne, eines Knochens, eines Nerven in Folge des entstandenen stärkern Blutflusses und der Entzündung in der Umgebung der verletzten Stelle das Plasma reichlicher abgeschieden wird und sich darin junge Zellen bilden, so werden sich auch diese in Sehnenfasern, Knochensubstanz oder Nervenfasern u. s. w. umwandeln. Dieses ist also eine Eigenschaft, durch welche allein die Regeneration verletzter Theile möglich ist, die aber nicht allen Geweben in gleichem Grade zukommt. Vergl. Regeneration der Nerven. Noch möchte die Frage zu berühren sein: Werden durch das ganze Leben des Menschen Behufs der Ernährung und des Wachsthums im gesunden Zustande neue Zellen erzeugt, die dann in die verschiedenen Gewebe übergehen und die älteren unbrauchbar gewordenen ersetzen, oder ernährt von einem bestimmten Alter an jedes einmal gebildete Gewebe sich so fort und fort, ohne durch junge Zellen ersetzt zu werden? — Fragen wir das Mikroskop, so belehrt uns dieses, dass je jünger ein thierisches oder menschliches Wesen ist, je näher es dem Eizustande steht, desto häufiger finden wir in dessen Plasma Primitivkörper und junge Zellen, je älter das Individuum ist, desto seltener treffen wir auf dergleichen, ja in spätern Lebensepochen scheinen sie gar nicht mehr vorzukommen. Hieraus lässt sich schliessen, dass so lange das Wachsthum eines Menschen dauert (und je früher desto mehr), die Zunahme der Masse wenigstens zum Theil durch Entstehung neuer Zellen und Umwandlung derselben in Gewebe bedingt sei. Wenigstens scheint dieses im gesunden Zustande von den niedern Geweben der Fettzellen, Blutkörperchen, so wie von den die Flächen bedeckenden und sich stets erneuernden Epithelien, Nägeln und Haaren (Horngebilden) zu

gelten. Für die übrigen metamorphosirten Zellen, Nerven, Muskeln u. s. w. müsste man dann annehmen, dass sie einmal gebildet scheinbar für die ganze Lebenszeit bleiben, d. h. nicht im Ganzen, sondern in den einzelnen feinsten Molecülen erneuert werden. Während eine Molecüle sich ablöst und resorbirt wird, geht eine andere neue in die Bildung des Gewebtheiles ein. Wie ja auch der ganze Mensch scheinbar derselbe bleibt und sich doch stets erneuert. — Von den Nerven - Primitivcylindern ist schon aus ihrer Function zu schliessen, dass sogleich bei der Entwickelung die für das Individuum nöthige Menge derselben gebildet werde, später keine neuen hinzukommen, auch die einmal gebildeten nicht durch neue ersetzt werden, denn wenn nicht Störung in die Leitung der Empfindung und Bewegung kommen soll, so müssen die einmal gebildeten in der angedeuteten Art für das ganze Leben ernährt werden. Mit den Muskeln ist es wahrscheinlich dasselbe. Wenn diese auch, wie nicht zu leugnen ist, durch Uebung stärker werden, so lässt sich dieses eben recht gut durch eine stärkere Ausbildung und Ernährung jeder einzelnen Faser erklären, ja die Härte und Festigkeit solcher Muskeln spricht dafür, denn eine blosse Anhäufung neugebildeter Muskelfasern würde wohl den Umfang, aber nicht die Festigkeit vermehren; auch wird ja dadurch, dass nur die einmal gebildeten Muskelfasern sich stärker entwickeln, einer excessiven, zu umfangreichen Ernährung vorgebeugt. Dass auch in dieser, wie in vielen andern Hinsichten, jedem Individuum ein gewisses Maas zugetheilt ist, scheint auch aus folgender allgemein bekannten Erfahrung hervorzugehen. Einige Personen haben ursprünglich sehr starke, umfangreiche Muskeln, andere dagegen schwache, gracile, und durch die stärkste Uebung werden diese zwar härtere, schärfer hervortretende, aber nicht ebenso umfangreiche Muskeln bekommen wie jene. Der durch seine Körperkraft berühmte Rappo hatte harte, scharf begränzte, daher deutlich hervortretende, aber keineswegs ungewöhnlich umfangreiche Muskeln. So lässt sich bei mehrern Geweben die angegebene Ansicht über die Ernährung mehr oder weniger wahrscheinlich machen. Dass aber im Alter die Bildung junger Zellen, da wo sie als Ersatz verloren gegangner Theile dienen sollen, sehr zurück-

tritt, zeigt die langsame Heilung der Wunden, der Beinbrüche, das häufige Vorkommen von Geschwüren u. s. w. Wir konnten diesen Gegenstand hier nur andeuten, er scheint aber wichtig genug zu sein, um die Aufmerksamkeit der Histiologen auf sich zu ziehen und die Beobachtungen Eines Menschen können denselben nur wenig fördern, nie erschöpfen.

Mit der eben berührten Frage zusammenhängend und für jetzt eben so schwer zu lösen ist die Frage über das Absterben der Zellen und ihrer Producte. Wie lange ist eine Zelle oder deren Product als lebend zu betrachten? Nach dem schon Gesagten muss eine Zelle als todt betrachtet werden, wenn ihre Wand oder ihr Inhalt eine solche Veränderung erlitten hat, dass der Stoffwechsel durch dieselbe ferner nicht mehr möglich ist. Dieser Zustand wird herbeigeführt entweder dadurch, dass die Wand sich so verdickt, dass alle Endosmose u. s. w. aufhören muss, wie die von Gruby und Henle beobachteten soliden Körperchen (s. S. 213), oder dadurch, dass unter Verschwinden des Inhalts die Wände sich aneinander legen und eine für Flüssigkeiten undurchdringliche Natur annehmen, wie die verhornten Epithelien, Nägel u. s. w. Diese scheinen dem Organismus nur noch als mechanisch schützende Decke zu dienen. Die Knochenkörperchen, Knochenzellen enthalten zwar Kalk, allein darum scheint der Stoffwechsel in ihnen noch nicht aufgehoben zu sein, denn unter einem bleibenden Drucke werden sie resorbirt, doch läuft ihr Leben so langsam ab, dass die Zeit ihres Absterbens nicht bestimmt werden kann; eben so ist es mit den Knorpeln. Bei den Zähnen wird das Absterben des ganzen Zahnes durch das Ausfallen bemerklich. Andere höher metamorphosirte Zellen halten sich vielleicht das ganze Leben oder wenn sie, wie die Muskeln, in hohem Alter einzeln absterben sollten, werden sie, wie schon bemerkt, durch neue nicht wieder ersetzt. Wir sehen, wie viel und wie grosse Lücken noch in unsrer Kenntniss des Zellenlebens vorhanden sind, die nur anhaltende, sorgfältige Beobachtung und Thätigkeit vereinter Kräfte ausfüllen kann.

Eine wichtige mit unserm Gegenstand genau zusammenhängende Frage ist: Werden die Abscheidungsproducte, als: Harnstoff, Harnsäure, Gallensäure, Extractivstoff, Milch, Saa-

men u. s. w., in den Absonderungsorganen von den Zellen erst bereitet oder nur aus dem Blute ausgeschieden? Von einigen dieser Stoffe, wie vom Harnstoffe, Gallenfarbstoffe, ist es durch die Chemie erwiesen, dass sie sich schon im Blute gebildet vorfinden, bei einigen wird es in Krankheiten durch bestimmte Erscheinungen wahrscheinlich, dass sie schon im Blute gebildet werden und durch die Krankheit nur deren Abscheidung gehindert wird, z. B. in der Gelbsucht der Gallenfarbstoff. — Es fragt sich nun, wie kommen jene Stoffe in das Blut? Wir sprechen hier schon vorläufig den Satz aus: Im Blute finden sich nur solche Absonderungsstoffe vor, welche Product der Stoffmetamorphose sind, die als Ueberreste derselben, durchaus an und für sich keine Spur von Organisation mehr an sich tragen, sondern nur in Form der Auflösung dem Blute beigemengt sind und durch die Zellen des Absonderungsorganes aus diesem ausgeschieden werden. Gebildet werden also diese Stoffe bei dem Stoffwechsel in allen Theilen des Körpers. Ausser den schon angedeuteten chemischen Gründen giebt die mikroskopische Untersuchung noch ein sicheres Criterium, denn bei dieser zeigt weder Harn noch Galle lebendige, der Fortbildung fähige Zellen, und werden ja Zellen in denselben bemerkt, so sind es Epitheliumzellen von den Behältern und Ausführungsgängen. Die hierher gehörigen Stoffe sind also Reste des Chemismus im Körper, tragen selbst nur eine chemische, aber durchaus keine organische Natur an sich. Diesen gegenüber steht eine andere Reihe von Absonderungsstoffen, welche auf den ersten Blick durch das Mikroskop ihre organische Natur, ihre eigene Organisation verrathen. Sie bestehen zum grossen Theil aus lebendigen Zellen, wie die Milch, die Absonderung der Graaf'schen Bläschen, der Saamen. Man hat viel von Milchmetastasen geschrieben, man will bei Sectionen wahre Milch in den Hirnventrikeln und in andern Höhlen gefunden haben. Wir geben zu, dass es eine milchähnliche Flüssigkeit gewesen, in welcher sich selbst unter den besondern Umständen des Wochenbetts Casein gefunden haben kann, die mikroskopische Untersuchung würde aber gelehrt haben, dass es keine wahre Milch war, denn eben

so wenig wie ein Ei anders als im Graaf'schen Bläschen, Saamenfäden anders als in dem Hoden gebildet werden können, eben so wenig können Colostrum oder Milchkörperchen anders als in den weiblichen Brüsten dargestellt werden und da diese Körperchen zum Wesen der Milch gehören, so kann man jene milchähnlichen, krankhaften Ergiessungen nicht für Milch, sondern nur für Entzündungsproducte halten. Zu dieser Reihe ebenfalls gehörig ist der Schleim, der wesentlich aus Serum und Schleimkörperchen mit abgestossenem Epithelium besteht, der Speichel hat seine Speichelkörner, die nur in den Drüsen gebildet werden können. Bei dem Artikel „Absonderungen" das Mehrere.

Wir müssen demnach zwei Bildungsstätten der Absonderungsproducte annehmen: 1) die Zellen und Gewebe des ganzen Körpers. Die hier gebildeten Producte sind chemische Stoffe, Reste der Ernährung, die im Blute aufgelöst den Absonderungsorganen zugeführt und von deren Zellen ausgeschieden werden; 2) die Zellen oder das Gewebe einiger drüsenartigen Theile. Die in den Drüsen erst gebildeten Absonderungen sind keine blos chemische, sondern wirklich organisirte Stoffe, sie enthalten wesentlich Zellen. Sonach bleibt es immer unbestritten, dass das Zellenleben für die Absonderungen von der grössten Wichtigkeit ist, entweder scheiden die Zellen des Absonderungsorganes das Product nur aus dem Blute aus oder sie bilden es erst.

Noch sind unter den Lebenserscheinungen der Zellen die Bewegungen zu betrachten. Lange glaubte man, dass der Zelle keine selbstständige Bewegung zukäme und im Allgemeinen kann man es wohl auch jetzt noch sagen, doch sind in neuerer Zeit einige höchst interessante Ausnahmen beobachtet worden, z. B. Siebold[1]) sah eine peristaltische und antiperistaltische Bewegung jeder Dotterzelle an frisch gelegten Planarieneiern. R. Wagner[2]) machte bekannt, dass in der Haut der Cephalopoden unter dem Pflaster- und Cylinderepithelium Pigmentzellen liegen, welche sich bald zu einer rundlichen Form zusammenziehen und da-

1) Siebold, Bericht über die Verhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1841. p. 85. — 2) R. Wagner, in Erichson's Archiv für Naturgeschichte, 1841, 35. u. *Icon. zootomicae. Tab. XXIX. fig.* 9, 10 *u.* 11.

durch ein dunkleres Ansehen erhalten, bald sich mit ihrem Inhalte in Gestalt einer ästigen Pigmentzelle ausdehnen und dadurch ein helleres Ansehen annehmen und so das eigenthümliche Farbenspiel dieser Thiere verursachen. Diese beiden Thatsachen stehen allerdings noch einzeln da und betreffen nur niedere Thiere, wo das Zellenleben noch mehr Selbstständigkeit besitzt, in erwachsnen Thieren höherer Ordnungen wird kaum etwas Aehnliches bemerkt werden. Es fragt sich aber, ob in der frühern Zeit des Embryolebens, wo die Organe des Embryo in ihrer Structur aus einfachen oder noch wenig veränderten Zellen bestehen, auch nicht etwas Aehnliches vorkommt. Vogt[2]) berichtet, an dem noch ganz geschlossnen Herzrudimente eines Embryo der Geburtshelferkröte wellenförmige Bewegung beobachtet zu haben, durch welche die in der Höhle befindlichen Zellen hin und her bewegt werden, und welche denen, aus welchen das Herz bestand, ganz ähnlich waren, und Kölliker[2]) machte eine ganz ähnliche Beobachtung von den Sepien bekannt, indem er sagt: „An Sepia sah ich zur Zeit, wo die Herzen noch geschlossen und keine Gefässstämme wahrzunehmen waren, in der Höhlung derselben eine helle Flüssigkeit, in der eine gewisse Zahl denen der Herzwandungen ganz gleich gebildeter Zellen flottirten und durch das Spiel des Herzens rastlos bewegt wurden.“ Also bestand das Herz noch aus Zellen und bewegte sich doch schon. Die selbstständige Bewegungsfähigkeit einzelner Zellen unter gewissen Verhältnissen muss demnach angenommen werden. Man sieht, dass in diesem Falle die Idee der contractiven Faser sich schon durch Thätigkeit ausspricht, ehe die Form vollendet ist, zum Beweiss, dass die Zelle etwas Anderes ist, als ein durch Endosmose u. s. w. wachsendes und wirkendes Bläschen.

Von dieser Bewegung der ganzen Zelle ist die Bewegung des Inhaltes wohl zu unterscheiden. Sie ist bei den Zellpflanzen als eine rotirende Bewegung des Saftes längst bemerkt worden, aber auch von den Mutterzellen der Saamenfäden von *Polyclinum stellatum* und in den Zellen der hervorsprossenden Arme eines me-

1) Vogt, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte. 1841. p. 69. — Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. p. 79.

dusenartigen Strahlthieres ist von Kölliker [1]) die von Nägeli sogenannte schaumförmige Bewegung des Zelleninhaltes bemerkt worden, welche darin besteht, dass mehrere sehr zarte Ströme sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen und die ganze Zelle ausfüllen. Jedoch bei den Thieren höherer Ordnungen, wo das Zellenleben von der Idee einer allgemeinen höhern Entwickelung beherrscht wird, wird wohl kaum etwas ähnliches beobachtet werden. Ueber die Bewegung durch Flimmerzellen siehe später.

Nachdem wir nun das Leben der Zelle an und für sich kennen gelernt, nachdem wir die Form, die Entstehung, die Lebenserscheinung und den Tod derselben verfolgt haben, wenden wir uns nun zur Betrachtung der einzelnen Gewebe.

§. 57.

Krystalle und krystallinische Gebilde sind in den Ausscheidungsstoffen, namentlich im Urine, schon längst bemerkt worden. Schon Ledermüller [2]) kannte sie. Vauquelin [3]) hat Krystalle im Saamen (Rhomboeder aus phosphorsauren Kalke), Nasse [4]) in der Lymphe, Gurlt [5]) in der Allantoisflüssigkeit gefunden und beschrieben und in der neuern Zeit sind fast in allen Flüssigkeiten durch Verdunstung Krystalle sichtbar geworden. Eine besondere Aufmerksamkeit hat Gluge [6]) diesem Gegenstande gewidmet. Wir übergehen hier die einzelnen Beobachtungen, da sie von keinem besondern physiologischen Werthe sind, denn wenn wir wissen, dass in allen Flüssigkeiten Chlor-Natrium, Kalk-Phosphat u. s. w. vorkommt, so wird es ganz natürlich und einfach erscheinen, dass beim Verdunsten solcher Flüssigkeiten sich Krystalle ausscheiden. Von diesen durch Verdunsten der lösenden Flüssigkeit erst erzeugten Krystallen müs-

---

1) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich. 1844. p. 156. — 2) Ledermüller, Versuch einer gründlichen Vertheidigung der Saamenthierchen. Nürnberg. 1758. 4. — 3) *Vauquelin, Annal. de Chimie et de Phys. IX.* 64. — 4) Nasse, in Tiedemann u. Treviranus's Zeitschrift. V. 1. p. 30. — 5) Gurlt, Handbuch der vergl. Physiologie der Haussäugethiere. p. XIII. Tab. III. Fig. 14. — 6) Gluge, Anat. mikroskopische Untersuchungen. Jena. 1840.

sen aber diejenigen wohl unterschieden werden, welche als Gewebtheile wesentlich und nothwendig eine krystallinische Form haben, an bestimmten Orten regelmässig auftreten und sonach auf eine bestimmte Function hindeuten. Es dürften vorzugsweise folgende zu nennen sein:

1) Stearinkrystalle in Form von rhombischen oder rhomboidischen Tafeln, die bisweilen geschichtet über einander liegen. In physiologischer Beziehung scheinen sie schon im Dotter eine bestimmte Rolle zu spielen, denn nach Vogt [1]) finden sich die Keimzellen in Stearinblättchen eingebettet, und im Centrum des Dotters, wo keine Keimzellen liegen, scheint die Bildung der Zellen von zarten Stearintäfelchen auszugehen. Im Erwachsenen kommen im ganz gesunden Zustande selten Stearintafeln vor, desto häufiger aber in fast allen krankhaften Geschwülsten, in Balggeschwülsten, im Krebs u. s. w. sind sie fast regelmässig gefunden worden.

2) Krystalle von kohlensaurem Kalke sind durch das ganze Thierreich sehr verbreitet. Ehrenberg [2]) bemerkte sie im Hinterhaupte der Flussfische und bei *Vespertilio murinus*, Carus [3]) in der Gefässhaut des Gehirns von Schlangenembryonen. Ferner ist es ja längst bekannt, dass die ganze Hirnhaut des Frosches, besonders des braunen Grasfrosches, ihr weisses, glänzendes Ansehen nur einer ungeheuren Anhäufung solcher Krystalle verdankt, ebenso kommen dergleichen Krystallanhäufungen an der Austrittsstelle der Nerven aus dem Wirbelkanale bei den Fröschen und bei andern Amphibien vor. Die Krystallbildungen von kohlensaurem Kalke bei den Wirbellosen sind sehr häufig, ihre Betrachtung würde uns hier jedoch zu weit führen. Wir wenden daher unsere Aufmerksamkeit den Krystallen zu, welche bei allen Wirbelthieren in dem Vorhofe des Gehörorgans regelmässig vorkommen. Dieselben bilden bei den Knochenfischen durch festen Zusammenhang die sogenannten Ohrsteinchen. Bei den Knorpelfischen ist der Zusammenhang dieser Krystalle schon weit lockerer und bei den Amphibien sind diese ausserordentlich

1) Vogt, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte u. s. w. p. 11. — 2) Ehrenberg, in Poggendorf's Annalen. XXIIX. Stück 3. — 3) Carus, in Müller's Archiv. 1841. p. 216.

zarten Krystalle gar nicht mehr zu einer grössern Masse vereinigt, sondern liegen in ungeheurer Menge, aber einzeln, im Vorhofe. Bei den Vögeln und Säugethieren bestehen zwar diese Krystalle ganz in derselben Form fort, allein sie nehmen, wie Huschke [1]) schon bemerkt, an Menge ab und beim Menschen erscheinen sie dem blossen Auge nur als eine kleine neblige Trübung an dem Säckchen des Vorhofes. Nach Breschet sollen sie im *Sacculus oblongus* auf einem weichen Blättchen organischer Masse liegen und mit diesem herumschwimmen. Eigne Anschauung hat aber gelehrt, dass diese Krystalle stets in Gruppen in einer organischen Masse von wolkigem, durchaus nicht zelligem, aber sehr aufgelockertem Ansehen eingebettet an der äussern und obern Wand des ovalen Säckchens da liegen, wo der Gehörnerv sich nicht ausbreitet. Bringt man dieses Wölkchen unter das Mikroskop, so erkennt man eine Unzahl von Krystallen festsitzend und zum Theil verborgen in jener weichen Masse von wolkigem Ansehen. Je weniger verletzt man das Säckchen unter das Mikroskop bringt, desto weniger findet man einzelne Krystalle herumschwimmen. Diese Krystalle einzeln betrachtet zeigen sich als sechsseitige Prismen mit drei- oder sechsseitiger Endpyramide (Tab. I. Fig. 9.). Krieger [2]) sah auch Scalenoederzwillinge. Ihre Grösse ist sehr verschieden, von unmessbarer Kleinheit bis zu 0,012''' Länge und 0,001 — 0,004''' Breite. Die kleinsten zeigen nicht selten Molecularbewegung. Ganz dieselben Krystalle finden sich auf der Hirnhaut und in den Zwischenwirbellöchern des Frosches, bei denen ich auch Zwillinge bemerkte, die ich unter den Labyrinthskrystallen des Menschen vergebens suchte. Ob nun diese Krystalle des Gehörorgans, wie Krieger und Valentin [3]) annehmen, innerhalb geschlossener Zellen abgelagert werden und als krystallisirter Zelleninhalt zu betrachten sind, oder ob sie nur an einer bestimmten Stelle aus einer Mutterlauge, Labyrinthswasser, abgesetzte Krystalle sind, ist durch directe Beobachtung schwer zu bestimmen. Ich habe diese Krystalle oft unter dem Mikroskope durch Säuren aufgelöst und nie

---

1) Huschke, Beiträge zur Physiologie u. Naturgeschichte. Weimar. 1824. I. 22. 23. — 2) *E. Krieger, De otolithis. Berolini.* 1840. *p.* 15. — 3) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 638.

ist mir eine organische, mit einer Zelle nur entfernt zu vergleichende Hülle zu Gesicht gekommen, und ich sollte meinen, wenn diese Krystalle in Zellen gebildet würden, so würden sie eine mehr gleichmässige Grösse haben, man würde, namentlich an den kleinern und kleinsten, die Hülle deutlich wahrnehmen können, aber gerade bei diesen sind die Conturen recht scharf. Lägen diese Krystalle in einer Hülle, so würden sie nicht so leicht herausfallen und endlich habe ich zu keiner Zeit im Embryo derartige Zellen wahrgenommen, wohl aber grössere Krystalle als im Erwachsenen, auch scheinen die kleinern, den grössern aufgewachsenen Krystalle, die man bisweilen bemerkt, gegen die Entstehung in Zellen zu sprechen. Zuletzt ist wohl auch noch die Frage zu stellen, ob überhaupt nach unsern jetzigen Kenntnissen vom Zellenleben eine Entstehung von Krystallen in der Zelle anzunehmen sei. Ich glaube nicht. Das Leben der Zelle besteht, wie alles Organische, in und nur durch steten Stoffwechsel; die Krystalle sind etwas Abgeschlossenes, Todtes, in dem kein Wechsel der Stoffe denkbar ist, und mit der Bildung eines Krystalles müsste die Hauptthätigkeit der Zelle, die Endosmose, sofort aufhören, weil sich der Inhalt der Zelle nicht mehr verändern kann. Mir scheint sonach Beobachtung und Theorie gegen die Entstehung der Krystalle in Zellen zu sprechen.

Ueber die Bedeutung und den Nutzen dieser Krystalle im Allgemeinen ist wenig zu sagen, nur die Bemerkung drängt sich auf, warum gerade da, wo das höchste animale System, das Nervensystem, seine Centralmassen aufbewahrt, auch die an das Unorganische erinnernden Krystalle auftreten, so dass, während nach der einen Seite hin die höchste Potenzirung organischen Lebens sich entfaltet, nach der andern Seite hin die starre Form des Krystalles erscheint. Eine Erklärung scheint hier jetzt unmöglich. Setzen wir aber einmal die Ausscheidung der Krystalle in den Zwischenwirbellöchern fest und ist das Schläfenbein als ein Ausfüllungsknochen des Raumes zwischen dem mittlern und hintern Kopfwirbel, der siebente und achte Nerv aber als der durch diesen Raum gehende Nerv anzusehen, so könnte man die Labyrinthskrystalle als eine Wiederholung jener Zwischenwirbelkrystalle ansehen. Nur tritt das Bedenken ein, dass die Krystalle hier doch

eigentlich innerhalb der Nerven liegen, wie der Glaskörper innerhalb der Netzhaut, dort aber ausserhalb des Nerven und seiner Hüllen.

Den speciellen Nutzen der Labyrinthskrystalle kann man darin suchen, dass sie durch ihre ebenen Flächen und ihre Härte die leiseste Erschütterung der Labyrinthsflüssigkeit reflectiren und dadurch den Eindruck auf den Nerven vermehren. Dafür spricht auch noch die Lage der Krystalle, der Ausbreitung der Nerven gerade gegenüber.

§. 58.

Die kugeligen und schaaligen krystallinischen Massen sind theils solche, welche sich wegen Mangel des nöthigen Auflösungsmittels niederschlagen, besonders häufig im Harne vorkommen und hier übergangen werden können, theils solche, welche an bestimmten Stellen der Gewebe ziemlich regelmässig vorkommen. Dahin gehört der Hirnsand des Menschen. Dieser stellt meist eine Anhäufung von kugeligen Concrementen in maulbeerähnlichen Formen dar, welche beim Drucke in einzelne concentrische Schaalen zerspringen, von den meisten Säuren aufgelöst werden und dann eine organische, faserige Grundlage zurücklassen, die bisweilen noch die Gestalt der Concretion zeigt. Der Hirnsand verbrennt schwer, oft erst nach Befeuchten mit Salpetersäure, und giebt eine Asche aus vielen kohlensaurem und wenig basisch phosphorsaurem Kalke (Valentin). Diese Concremente unterscheiden sich wesentlich von den vorbemerkten Krystallen; sie haben wohl ein krystallinisches Gefüge, sind aber nicht zu Individuen ausgebildete Krystalle, sie haben eine organische Grundlage, jene sind ohne diese Beimischung, wie ihre reine Krystallform zeigt. Die wirklichen Krystalle sind wesentliche und nothwendige Gewebtheile in bestimmten Organen, die Concretion des Hirnsandes dagegen kommt zwar auch ziemlich regelmässig in der Zirbel und an den Adergeflechten der Seitenventrikel des Gehirns vor, ist aber nicht nothwendig und wesentlich, denn sie fehlt nicht gar selten; die Ohrkrystalle sind beim Embryo grösser und zahlreicher, fehlen aber auch beim ältesten Menschen nie ganz, der Hirnsand tritt dagegen erst mit

dem Alter auf. Sonach haben wir den Hirnsand als eine fast regelmässig vorkommende, aber doch nicht nothwendige Ablagerung erdiger Masse zu betrachten, die aber noch ganz in die Breite der Gesundheit fällt.

§. 59.

Freie Zellen. Man versteht darunter diejenigen Zellen oder zellenähnlichen Gebilde, welche in Flüssigkeiten schwimmend gefunden werden und zu deren wesentlichen Bestandtheilen gehören. Sie deuten allemal auf eine organisirte Natur der Flüssigkeit, in der sie vorkommen. Sie kommen theils in Flüssigkeiten vor, welche noch fernerer Organisation entgegen gehen, wie im Chylus oder in der Lymphe und im Blute, theils in solchen, welche noch zu bestimmten Zwecken verwendet werden sollen, wie im Speichel, im Schleime, im Eiter, im Saamen und in der Milch. Die für specielle Zwecke bestimmten Flüssigkeiten, wie Speichel, Saame, Milch u. s. w., werden wir im speciellen Theile dieses Werkes betrachten, hier dagegen nur die allgemein verbreiteten oder die, deren Bildung an kein bestimmtes Organ gebunden ist, wie die Schleimkörper, Eiterkörper oder Exsudatkörper, die Lymphkörper und Blutkörper.

§. 60.

Die Schleimkörper, Eiterkörper oder Exsudatkörper haben grosse Aehnlichkeit mit einander. Sie bleiben alle auf niederer Stufe der Zellenentwickelung stehen und sind als nicht völlig ausgebildete Zellenkerne zu betrachten. Sie bestehen alle aus einer Gruppirung von Elementarkörnern, die von einer zarten Membran umschlossen werden und nur bei wenigen ist ein Kern, eigentlich ein Kernkörperchen, bemerklich oder kann durch Essigsäure sichtbar gemacht werden. Ihre Unterscheidung ist nicht immer leicht, da die Formen in einander übergehen, jedoch dürften folgende Merkmale in den meisten Fällen ausreichen:

Die Schleimkörper kommen auf gesunden Schleimhäuten vor, enthalten in einer oft kaum merkbaren Hülle sehr viele kleine Körperchen, unter denen sich bisweilen eins durch seine

Grösse auszeichnet. Durch Essigsäure wird die Hülle zerstört und die Körnchen fallen aus einander. Die Grösse ist zwar verschieden, die meisten aber, welche eine kugelrunde Gestalt haben, schwanken nach eignen Messungen zwischen 0,0100—0,0124'''. Die bisweilen länglichen Schleimkörper haben freilich in ihrer Längeaxe einen viel grössern Durchmesser; ich habe deren bis zu 0,05 gefunden.

Die Eiterkörperchen kommen nur in entzündlich afficirten Organen vor, enthalten in einer deutlichen Hülle 3, 4 bis 20 Körner, oft lässt sich in ihnen ein Kern deutlich unterscheiden oder durch Essigsäure sichtbar machen. Die Grösse übertrifft meistens die der Schleimkörper und beträgt 0,0137 — 0,300'''.

§. 61.

Die Lymph- und Chyluskörperchen. In der Lymphe des Menschen und der Thiere finden sich zweierlei mikroskopische Körperchen: 1) Kleine runde Körperchen von 0,001 — 0,003''', welche theils einzeln herumschwimmen, theils zu 3 — 4 zusammenhängen. In den kleinern Chylusgefässen vor und nach dem Durchgange durch die erste Drüsenreihe werden sie und die Fettkügelchen, von denen sie wohl zu unterscheiden sind, häufiger bemerkt, als in dem *Ductus thoracicus*. Sie sind den früher beschriebenen Elementarkörnern ähnlich oder gleich und sind von Henle [1]), Bruns [2]) und, wenn ich Nasse [3]) recht verstehe, auch von diesem als solche erkannt worden; Krause [4]) und Schultz [5]) unterscheiden sie nicht von den Fettkügelchen, Wagner [6]) hat sie abgebildet, stellt sie aber mit den Fettkügelchen zusammen. Ich habe sie bei Menschen, Pferden und Hunden deutlich gesehen und glaube sie durch ihre bestimmtere Form und Grösse von den Fettkügelchen unterscheiden zu müssen. 2) Die eigentlichen Lymphkörperchen sind grösser. Beim Men-

1) Henle, Allg. Anat. p. 424. — 2) Bruns, Lehrb. d. allg. Anat. Braunschweig. 1841. p. 136. — 3) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 226. u. Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie. 1839. II. 9. u. 14. — 4) Krause, Hdbch. d. Anat. I. 46. 47. — 5) Schultz, System der Circulat. p. 39. — 6) *Wagner, Icon. physiologicae. Tab. XIII. Fig.* 2, das grössere Körnchen in B.

schen fand ich sie ohngefähr 12 Stunden nach dem Tode durch Ertrinken 0,0025—0,0030''', beim Pferde 0,0035''', beim Caninchen 0,0024'''. Bekommt man sie ganz frisch auf den im Brütofen erwärmten Objectträger, so stellen die meisten ein rundes oder etwas ovales, völlig durchsichtiges, ganz glattrandiges Bläschen dar und nur an wenigen kann man einen Kern bemerken, den Valentin [1]) in der Lymphe eines Enthaupteten fand, Bischoff [2]) aber vergebens suchte. Bald jedoch, und wie ich glaube, schon beim Erkalten wird in der Mitte entweder ein einfacher Kern, oder es werden mehrere einzelne Kerne sichtbar, die den eben bemerkten Elementarkörnern ganz ähnlich, nur etwas kleiner sind. Im Wasser quellen die Lymphkörperchen auf, Essigsäure macht die Körner oder den Kern sichtbar, Aether entzieht ihnen etwas Fett, worauf sie einschrumpfen. Die Chyluskörperchen unterscheiden sich von den Lymphkörperchen nur dadurch, dass sie eine weniger constante Grösse haben und das körnige Ansehen deutlicher zeigen.

Entwickelung der Lymphkörper. Wir haben gesehen, dass Fettkügelchen und Elementarkörner in den kleineren Chylusgefässen weit reichlicher als in den Stämmen und im *Ductus thoracicus* vorkommen; ferner, dass es eine Form von Lymphkörperchen giebt, die im Innern aus drei bis fünf kleinen, den Elementarkörnern ähnlichen, nur etwas kleinern Körnern bestehen und eine andere Form, welche diese Körner nicht mehr zeigen, sondern entweder ein völlig reines, ungetrübtes Ansehen gewähren, oder eine Trübung oder einen deutlichen Kern im Innern zeigen, der sich durch Essigsäure in einige Bruchstücke zerfällen lässt. Wir können uns die Bildung der Lymphkörper nun in folgender Art denken: Bei dem Reichthume des Chylus an Fett und Eiweiss entstehen die aus beiden Stoffen bestehenden Elementarkörner [zu deren Bildung die von Ascherson entdeckte eigenthümliche Verwandtschaft beider Stoffe wohl etwas beitragen mag[3])], denn das Fett nimmt im weiteren Fortgange des Chylus an Menge ab, muss also verwendet werden und Elementarkörner tre-

---

1) Valentin, Repertorium für Anat. I. 278. — 2) Bischoff, in Müller's Archiv. 1838. p. 497. — 3) Vergl. p. 209.

ten dagegen auf. So wird es wohl erlaubt sein, das Fett bei der Bildung der letztern eine Rolle spielen zu lassen. Gehen wir nun weiter, so können wir wohl ohne Fehler einen schon bei der Zellenbildung gefundenen Vorgang wieder annehmen. Die Elementarkörner nehmen nämlich an Menge ab, dafür treten nach dem Durchgange durch die Drüsen Chyluskörner auf, welche im Innern 3—5 kleine, den Elementarkörnern ähnliche Körnchen enthalten. Diese Körnchen sind zwar etwas kleiner als die freien Elementarkörner, allein man wird daraus keinen Einwurf gegen die Ansicht entnehmen können, dass die Lymphkörper durch Gruppirung von einigen dieser Elementarkörner, die sich dann mit einer Haut umgeben, entstanden seien. Denn die sich vereinigenden Elementarkörner geben ihre Selbstständigkeit auf, treten unter den Einfluss der Idee eines sich bildenden Zellenkernes, geben wahrscheinlich etwas ab, ja sie müssen sogar an Masse verlieren, da sie später ganz oder zum grössten Theile schwinden. Die vollkommensten und ausgebildetsten Lymphkörperchen sind die vollkommen durchsichtigen oder mit einem schwachen Kerne versehenen, da die Elementarkörner in der Bildung der Lymphkörperchen untergehen müssen. Solcher mehr oder weniger vollkommen ausgebildeter Lymphkörperchen gehen eine Menge aus dem *Ductus thoracicus* in das Blut über und werden auch dort noch gefunden.

§. 62.

Blutkügelchen, Blutkörperchen, Blutzellen, Blutbläschen, von Malpighi [1]) in den Blutgefässen des Netzes bei *Hystrix* zuerst gesehen, aber für Fettkügelchen gehalten, von Leeuwenhoek [2]) aber am 15. August 1673 richtig erkannt und beschrieben. Die Blutkörperchen, welche im lebenden Blute in der Blutflüssigkeit dicht gedrängt schwimmen und sonach mit dem Blute alle Theile des Körpers, zu denen überhaupt Blut dringt, durchkreisen, sind bei verschiedenen Thierclassen von verschiedener Form und Grösse, aber doch immer platt. Die

---

1) *Malpighi, De omento et adiposis ductibus. Lond.* 1665. *p.* 42. — 2) *Leeuwenhoek, Philosophical Transact. Nro.* 102.

grössten dieser Körperchen finden sich bei *Proteus anguineus* zu $\frac{1}{30}'''$, die kleinsten bei *Trajalus Javanicus* [1]) von $\frac{1}{12000}'''$. Unter den Hausthieren hat die Ziege Blutkörperchen von $\frac{1}{500}'''$. Die Form der Blutkügelchen ist beim Menschen und bei den meisten Säugethieren eine scheibenförmige, mit stumpfen, abgerundetem Rande, nur *Auchenia Vicugna*, *Auchenia paco* und *Auchenia Llama* machen mit ihren ovalen und *Cervus Mexicanus* mit spindelförmigen Blutkörperchen Ausnahmen (Gulliver). Bei den Vögeln bilden sie ein längliches Oval mit scharfem Rande, elliptische Linsen. Die Amphibien dagegen haben zwar auch abgeplattete ovale Blutkörperchen, die aber auf beiden Seiten eine mittlere Erhabenheit von dem eingeschlossenen Kerne zeigen. Die Fische endlich haben im Allgemeinen Blutkörperchen von ovaler Form, die sich aber in mehreren Arten sehr der runden nähert. Die wirbellosen Thiere haben zwar meistens auch ovale oder runde Blutkörperchen, allein es kommen mitunter auch andere Formen vor, und in dem einzelnen Individuum ist die Grösse sehr verschieden. In den niedrigsten Ordnungen der Thiere sind die Blutkörperchen ungefärbt oder es schwindet mit dem Gefässsysteme auch das Blut.

Die Blutkörperchen kommen nach den meisten Beobachtern nicht allein im Blute, sondern auch im Chylus vor, nach Schultz [2]) sogar schon nach dem Durchgange des Chylus durch die ersten Gekrösdrüsen, ferner nach Schmidt [3]), Arnold [4]), Gurlt [5]) und Valentin [6]) in dem Chylus des *Ductus thoracicus*. Simon [7]) vermisste die Blutkügelchen im Chylus bisweilen und Bischoff [8]) ist geneigt das natürliche Vorkommen derselben daselbst ganz zu leugnen und mit Nasse [9]) zu glauben, dass sie nur durch Verunreinigung in den Chylus gekommen seien. Ich habe zwar in dem Chylus des Pferdes auch Blutkörperchen gesehen,

1) Nach Gulliver in Froriep's Notizen. Nr. 268. — 2) Schultz, System der Circulat. p. 40. — 3) Schmidt, Ueber die Blutkörner. Würzburg. 1822. p. 40. — 4) Arnold, Lehrb. der Physiologie. II. 175. — 5) Gurlt, Vergleichende Physiologie. p. 139. — 6) Valentin, Repertorium. I. 278. — 7) Simon, Medicinische Chemie. II. 241. — 8) Bischoff, in J. Müller's Archiv. 1840. CVII. — 9) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 227.

aber äusserst sparsam, und da ich sie beim Hunde, bei Caninchen, bei neugebornen Kindern und bei erwachsenen Menschen nicht gefunden habe, wenn der *Ductus thoracicus* gehörig isolirt, doppelt unterbunden und ganz herausgenommen wurde, so möchte ich doch auch das Vorkommen derselben im Chylus für nicht normal, sondern für eine Verunreinigung halten.

Die Blutkörperchen des Menschen (Tab. I. Fig. 10.) haben eine scheibenförmige oder münzenförmige Gestalt mit abgerundetem Rande, in der Mitte jeder Seite mit einer kleinen Vertiefung, in welcher bei vielen eine dunkle Stelle oder ein Kern deutlich wahrgenommen wird. Es kommen aber auch ebenso viel Blutkörperchen ohne Kern vor. Die Grösse der menschlichen Blutkörperchen schwankt nach eignen Untersuchungen zwischen $\frac{1}{300}-\frac{1}{400}'''$, womit die Angaben von R. Wagner[1]) und H. Nasse[2]) übereinstimmen; Andere haben weit grössere Schwankungen angegeben. Man kann am Blutkörperchen, wie an andern Zellen, die Hülle, den Kern und den Inhalt unterscheiden. Die Hülle oder die Begrenzungshaut ist zwar unter dem Mikroskope schwer zu erkennen, indessen ist man durch verschiedene Erscheinungen genöthigt, eine umgebende Membran anzunehmen. Dahin gehören besonders die leicht zu beobachtenden Erscheinungen der Endosmose und Exosmose und die durch dieselben hervorgebrachten Veränderungen, die wir weiter unten genauer betrachten werden. Auch ist der Analogie nach eine solche Haut anzunehmen, denn bei den grössern Blutkörperchen der Amphibien ist sie deutlicher sichtbar, ja Hünefeld glaubt selbst Scheidewände im Innern annehmen zu können und zwar in dem Blutkügelchen der Frösche acht bis zwölf. Er mag auf diesen Gedanken dadurch gekommen sein, dass die Blutkörperchen an der Luft bisweilen sich in der Art verändern, dass sie mehreren in einen Kreis gestellten und mit einander zusammenhängenden Kügelchen gleichen, in deren Mitte eine flache Vertiefung ist. Die Hülle würde nach den vorhandenen Beobachtungen ein zartes, structurloses Häutchen sein, welches einer plattgedrückten Blase

1) R. Wagner, Zur vergleichenden Physiologie des Blutes. I. 3. — 2) Fr. Nasse u. H. Nasse, Untersuchungen zur Physiologie. Bd. II. Hft. 1.

gleich den Kern und die Auflösung des Pigmentes einschliesst und weder von Wasser, noch von Weingeist, noch von Aether, wohl aber von Essigsäure gelöst wird und daher aus einem Proteinkörper, dem Globulin, besteht. Der Kern ist bei dem frisch aus der Ader gelassenen Blute des Menschen nicht in allen Blutkörperchen sogleich zu erkennen, sondern wird erst nach einiger Zeit bemerklich, bei anderen dagegen ist er sogleich und deutlich wahrzunehmen. Wenn der Kern vorhanden und in dem gehörigen Grade seiner Ausbildung ist, so stellt er ein kleines, farbloses glänzendes Körperchen von $\frac{1}{1300}''$ nach Krause [1]), oder $\frac{1}{1200}''$ Durchmesser nach Bruns [2]), dar, wenn der Kern aber auch nicht so deutlich vorhanden ist, so bemerkt man doch meistens eine deutliche Trübung in der tellerförmigen Grube. Die Form des Kernes ist bei den Menschen und Säugethieren die runde, bei den übrigen Classen richtet sie sich nach der Gestalt der Blutkörperchen, nähert sich aber immer mehr der runden, als das Blutkörperchen selbst. Bei dem Menschen ist es äusserst schwierig über die Beschaffenheit des Kernes der Blutkörperchen ins Reine zu kommen. Die länglichen Kerne der Amphibien, besonders des Salamanders, sind deutlich körnig. Beim Menschen ist zwar eine solche Beschaffenheit des Kernes der Blutkörperchen nicht wahrzunehmen, allein wenn ein Kern vorhanden ist, so wird dieser durch längere Einwirkung des Wassers oder der Essigsäure in mehrere kleine Kernchen getheilt. Die Lage des Kernes anlangend, so scheint er bei frischen Blutkörperchen ganz in der Mitte zu liegen, lässt man sie aber etwas im Wasser anquellen und dann auf dem Objectträger etwas rollen, so sieht man deutlich, dass der Kern an der Zellenhaut haftet, obgleich Schultz [3]) glaubt, dass der Kern beim Rollen seine Lage verändere, in dem Bläschen herumrolle. Er bringt aber selbst einen Beweis gegen diese seine Ansicht an einem anderen Orte [4]) bei, indem er sagt, dass an der Hülle, nachdem der Kern aus ihr herausgefallen, an einer Stelle ein von Pigment freier Fleck oder stärkerer Punkt vorhanden sei, an dem der Kern angesessen

---

1) Krause, Hdbch. d. Anat. I. 41. — 2) Bruns, Hdbch. d. allg. Anat. 48. — 3) Schultz, System der Circulat. 17. 18. — 4) Ibid. 21.

habe. Hieraus geht doch offenbar hervor, dass der Kern an der Hülle anhaftet und wenn Schultz wirklich den Kern herumrollen sah, so geschah dieses in Folge der mechanischen oder chemischen Behandlung des Blutkörperchens. Wenn man das eben beschriebene Experiment machen will, so hat man freilich das Unangenehme, dass das Wasser den Farbestoff der Blutkörperchen auszieht und dadurch die Hülle unsichtbar macht. Wenn dieser Umstand eintritt, so kann man noch einen Tropfen Jodtinctur zusetzen, wodurch Alles wieder deutlich sichtbar wird.

Dass über die chemische Natur dieses Kernes noch manche Zweifel herrschen, ist nach dem Gesagten zu erwarten. Erwägt man indessen die später genauer zu erörternde Entstehung der Blutkörperchen aus den Lymphkörperchen, in denen wir schon den Fettgehalt kennen gelernt haben, beachtet man das chemische Verhalten, so weit es an den grössern Blutkörperchen der Amphibien hat ermittelt werden können [durch Aether verschwindet nämlich das körnige Ansehen der Kerne, indem er Fett auszieht, Hünefeld[1])], so ist man wohl zu der Meinung berechtigt, dass er ölhaltig sei, welcher Ansicht auch Nasse[2]) zugethan ist. Simon[3]) hält ihn für ein Gemisch von Eiweissstoff und Fett, was wohl auch das Richtige ist. Joh. Müller[4]) hat den Kern als ein faserstoffiges Gebilde betrachtet, desgleichen R. Wagner[5]). Ganz geleugnet haben das Dasein eines Kernes in den menschlichen Blutkörperchen E. H. Weber[6]) und Henle[7]), und R. Wagner[8]), der es früher für wahrscheinlich hielt, zweifelt jetzt daran, ohne es geradezu abzusprechen. Wäre das Dasein eines solchen Kernes auch nicht durch Beobachtungen dargethan, so spricht schon die Analogie dafür und die Entstehung eines Kernes beim Kaltwerden oder Eintrocknen deutet doch immer auf eine bestimmte Anordnung der Molecüle und Neigung derselben, sich zu einem Kerne zu vereinigen. Der zwischen Wand und

---

1) Hünefeld, Chemismus. p. 51. — 2) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. I. 92. — 3) Simon, Med. Chemie. I. 38. u. II. 26. — 4) J. Müller, Physiologie. 4. Aufl. I. 101. — 5) R. Wagner, Lehrb. der spec. Physiologie. p. 229. — 6) E. H. Weber, in Hildebrand's Handbuch der Anatomie. I. 152. — 7) Henle, Allg. Anat. p. 434. — 8) R. Wagner, Lehrb. der spec. Physiologie. p. 135.

Kern gelegene Inhalt der Blutkörperchen ist der wahrscheinlich im flüssigen Zustande befindliche Blutfarbestoff, *Haematine*, welcher den Kern und im gesunden Zustande auch die Hülle nicht zu durchdringen scheint. Da die Intensität der Färbung bei verschiedenen Thieren eine sehr verschiedene ist, so scheint ausser der Quantität der vorhandenen Blutkörperchen überhaupt auch die Menge des in einem Blutkörperchen enthaltenen Farbestoffes eine verschiedene zu sein, was auch durch das Mikroskop gelehrt wird, da sich unter ihm die dunkeln Blutkörperchen des Rindes und Schweines von den hellen des Caninchens und der Ziege wohl unterscheiden lassen. Das Blut des Menschen steht in Bezug auf die Farbe in der Mitte zwischen den hellern und dunklern Nüancen des Blutes verschiedener Säugethiere. Aber selbst bei einem und demselben Thiere findet man ausser dem Unterschiede des arteriellen und venösen Blutes noch hellere und dunklere Blutkörperchen. Die dunklern sind schwerer und sinken rascher zu Boden. Dieser Unterschied hängt, ganz analog andern Zellen, von dem Verhalten des Kernes ab: je jünger das Blutkörperchen, desto grösser und durchsichtiger ist der Kern und desto geringer die Menge des schon vorhandenen Farbestoffes, je älter aber das Blutkörperchen, desto kleiner und dunkler ist der Kern und desto reichlicher ist der Farbestoff gebildet. Dieser Farbestoff wird von Wasser ganz ausgezogen und kann so gewonnen werden. Simon [1]) schlägt folgendes Verfahren vor: Geschlagenes und getrocknetes Blut wird 7—8 Mal mit Aether ausgezogen, dann mit wasserfreiem Alkohol gekocht und während des Kochens eine so grosse Menge mit kaltem Alkohol verdünnte Schwefelsäure zugesetzt, als nöthig ist, um dem ganzen angewendeten Alkohol einen sauren Geschmack mitzutheilen. Man erhält eine schwarzbraune Lösung von schwefelsaurem Hämatin und aus dem Rückstande kann man durch wiederholtes Auskochen noch mehr Farbestoff erhalten. Die Lösung wird nun mit kohlensaurem Ammoniak übersättigt, nach einiger Zeit das schwefelsaure Ammoniak abfiltrirt. Beim Verdampfen des Rückstandes fällt die grösste Menge des Hämatins nieder. Man wäscht es

1) Simon, Med. Chemie. I. 305.

noch einigemal mit Wasser, um das noch anhängende schwefelsaure Ammoniak zu entfernen. Das Hämatin wird nun im Wasserbade zur vollkommenen Trockne gebracht, fein gerieben und so lange mit Aether extrahirt, als sich dieser noch dunkel färbt. Der Aether nimmt etwas Hämaphäin auf. Hierauf kocht man das Hämatin mit destillirtem Wasser, so lange dieses noch Salze und Extract auszieht, und endlich wird mit Alkohol alles Lösliche extrahirt. Was nun zurückbleibt, hält Simon für reines Hämatin. Mulder [1]) hat das Hämatin auf seine elementare Zusammensetzung untersucht und diese in folgender Formel dargestellt: C44 H44 N6 O6 Fe; derselbe [2]) hat auch ein eisenfreies Hämatin dargestellt, indem er das Eisen durch Schwefelsäure entfernte. Lecanu will regelmässig 10 p. C. Eisenoxyd im Menschen gefunden haben, Simon selbst erhielt 11,5 p. C. Eisenoxyd. — Ganz kurz müssen wir hier das Hämaphäin, den braunen Blutfarbestoff, erwähnen, welches Sanson im Ochsenblute fand, dessen Existenz Simon bestätigt und das sich besonders durch seine Löslichkeit in Wasser, Alkohol und Aether auszeichnet. Die Lösungen, besonders die spirituöse, haben eine intensiv rothbraune Färbung. Derselbe Chemiker nimmt auch noch das Hämacyanin, den blauen Blutfarbestoff, als normalen Bestandtheil des Blutes an. Das Wichtigste, was aus der Elementaranalyse des Hämatins bis jetzt hervorgeht, ist, dass das Hämatin die Verbindung einer organischen Grundlage (die aber nicht auf Protein zurückgeführt werden kann) mit Eisen oder Eisenoxyd ist, wodurch dasselbe fähig wird, der wahrscheinliche Träger des Sauerstoffes aus den Lungen in die Gewebe des Körpers zu werden.

Anmerkung. Bei einem an fauliger Lungenentzündung umgestandenen Pferde untersuchte ich 3 Stunden nach dem Tode die Blutkörperchen aus dem Pfortaderblute und dem Lebervenenblute, und obgleich ich keine Unterschiede zwischen beiden Blutarten wahrnehmen konnte, denn das Blut war sehr zersetzt, so war der Befund in anderer Beziehung interessant genug, um hier bemerkt zu werden. Die

---

1) Mulder, bei Simon, Med. Chemie. I. 315. — 2) Mulder, in Erdmann u. Marchand's Journal für pract. Chemie. XXXII. 3. u. 4. Hft. p. 186.

Blutkörperchen hatten nämlich grösstentheils ihre normale, runde Gestalt verloren, waren eckig, dreieckig, länglich, halbmondförmig, hatten ihr Pigment grösstentheils an das Serum abgegeben, einige waren aufgerissen und ohne Kern, so dass man nur noch die wenig gefärbte Hülle sah, das Serum war unter diesen Umständen röthlich gefärbt. So überzeugte ich mich durch den Anblick von dem Dasein einer besondern Hülle, von einer in dieser befindlichen Höhle und von dem in dieser vorhandenen Kerne.

Andere weniger allgemein angenommene Ansichten über den Inhalt der Blutkörperchen sind folgende: Hünefeld nimmt ausser dem Blutrothe noch Eiweiss und R. Wagner mit Mandl noch das Plasma als Inhalt der Blutkörperchen an. Schultz, Pappenheim und Berres dagegen sehen den Inhalt für eine elastische Flüssigkeit, für Luft an. Es kann zwar nicht geleugnet werden, dass eine gewisse Menge Gas, wie im Blute, so auch in den Blutkörperchen diffundirt sei, aber doch ist Luft gewiss nicht der alleinige Inhalt der Blutkörper, denn wollte man auch annehmen, dass das Blutroth durch seine Schwere die Leichtigkeit der Luft ausgliche, so müssten die Blutkörperchen doch im Wasser aufsteigen, sobald dieses das Hämatin aufgelöst hat, auch müssten Luftbläschen bemerklich werden, sobald durch Essigsäure die Hülle aufgelöst wird.

Wir haben sonach an den Blutkörperchen kleine, plattgedrückte, auf beiden Seiten mit einer Vertiefung versehene zellenähnliche Körperchen, die aus einer zarten Hülle, dem Kerne und dem Blutfarbestoffe als Inhalt bestehen und einen wesentlichen und nothwendigen Bestandtheil des Blutes ausmachen. Wir gehen nun zu einer kurzen Betrachtung der übrigen Eigenschaften derselben über: Die Blutkörperchen, oder vielmehr ihre Hüllen sind in hohem Grade elastisch, denn sie biegen sich, drücken sich platt und dehnen sich wieder aus, je nachdem es die äussern Verhältnisse mit sich bringen. Man kann dieses sehr gut an der Schwimmhaut des Frosches und an der Lunge des Salamanders beobachten. Werden diese Theile zwischen Glasplatten gedrückt, so verändern die Blutkörperchen ihre Form, nehmen aber die alte Gestalt sogleich wieder an, sobald der äussere Druck nachlässt. Die Blutkörperchen scheinen ferner im höchsten Grade glatt und schlüpfrig zu sein, wenigstens durchaus nicht klebrig, denn sie

drängen sich bisweilen ziemlich dicht zusammen und sobald die drängende Ursache zu wirken aufhört, gehen sie mit der grössten Leichtigkeit wieder aus einander. Wichtig ist hierbei der Umstand, dass die dunkeln Blutkörperchen, wie sie sich in dem in den Venen des Unterleibes bisweilen wirklich stockenden Blute finden, einige Neigung haben zusammen zu kleben und dadurch wohl zum Theil die *Stasis* veranlassen. Doch davon mehr weiter unten. Die wichtigste Eigenschaft der Blutkörperchen ist aber, wie bei andern Zellen, die Fähigkeit, endosmotische und exosmotische Strömungen durch die Hülle ein- und ausgehen zu lassen. Dass aber an den Blutkörperchen solche Strömungen sowohl ausserhalb als innerhalb des lebenden Körpers vor sich gehen, ist aus folgenden Beobachtungen zu schliessen: Blutkörperchen in Wasser gebracht nehmen dasselbe schnell auf, quellen damit an, verlieren dadurch ihre platte Form und werden rundlich, obgleich die Stelle des Eindruckes auf beiden Seiten immer noch bemerkbar bleibt, dabei geben sie ihren Farbestoff an das umgebende Wasser ab, zum deutlichen Zeichen, dass auch eine Strömung aus der Höhle des Blutkörperchens in das umgebende Wasser stattfindet. Die Richtung des endosmotischen Stromes richtet sich hier, wie überall, nach der Concentration der Flüssigkeiten, denn in einer Lösung, die concentrirter ist als das Serum, schrumpfen die Kügelchen ein, die Hülle legt sich an den Kern an, weil sie einen Theil ihres Inhaltes an die Umgebung abgiebt. Gasarten, mit denen die Blutkörperchen geschüttelt werden, werden ebenfalls von diesen leicht aufgenommen. — Bei diesen endosmotischen Vorgängen hat man die höchst interessante Beobachtung gemacht, dass je nach der Richtung des Stromes die Farbe der Blutkörperchen heller oder dunkler wird. Hamburger [1]) bemerkte, dass unter Zusatz einer Lösung von salzsauren Salzen, welche dünner war als das Blutserum, das Blut dunkler wurde, war die Lösung dagegen concentrirter, so wurde es heller. Da nun concentrirte Salzlösungen die Lösung des Blutrothes hindern und die Blutkörperchen nicht rund sondern mehr platt machen und

---

1) *Hamburger, Diss. experimenta circa sanguinis coagulat. Spec. primum. Berolini.* 1839. *p.* 32. 37. 42.

zugleich dem Blute eine hellere Färbung geben, dagegen reines Wasser oder sehr dünne Lösungen, welche gerade den Farbestoff aufnehmen und die Blutkörperchen rund machen, das Blut dunkler färben, so ist man auf den Gedanken gekommen, dass die hellere oder dunklere Nüance des Blutes neben einer möglichen chemischen Veränderung von einer Veränderung des Aggregatzustandes des Farbestoffes [Henle[1])], oder da unter denselben Einflüssen eine Veränderung der Gestalt der Blutkügelchen eintritt, von einer verschiedenen Reflexion des Lichtes abhänge. — Die Gase, welche auch im lebenden Körper am häufigsten mit den Blutkörperchen in Berührung kommen, das kohlensaure Gas und der Sauerstoff, bringen nach Nasse[2]) ähnliche, unter sich entgegengesetzte Wirkungen hervor. Durch Kohlensäure werden die Blutkörperchen in der Mitte trübe, dunkler, etwas dicker, bekommen einen etwas breitern Farbenring und die Neigung zusammen zu kleben, Sauerstoff dagegen macht die vertiefte Stelle des Blutkörperchens gleichmässig hell, den Farbenring schmäler und den Uebergang von diesem zu jener weniger schroff, das heisst, das Körperchen wird flacher. Offenbar ist hier mit einer Veränderung der chemischen Verhältnisse eine Veränderung des Aggregatzustandes verbunden. Es sind aber auch einige Beobachtungen vorhanden, welche andeuten, dass unter ähnlichen Verhältnissen auch ein ähnlicher Zustand des lebenden Blutes eintrete. Schultz[3]) will gefunden haben, dass nach reichlichem wässerigen Getränk das Blutserum gelblich, selbst röthlich gefärbt sei, weil es, als eine verdünnte Lösung der nöthigen Salze, das Blutroth auflöse; bei Entziehung des Getränkes will er es dagegen ganz farblos gefunden haben. Die in Kohlensäure erstickten Thiere haben bekanntlich ein dunkleres, klebriges, die in Sauerstoff umgekommenen ein helleres Blut. Daraus lässt sich die Entstehung mancher Krankheit erklären; Personen, die bei sitzender Lebensart in engen eingeschlossenen Räumen leben, deren Blutcirculation besonders im Unterleibe oft gehemmt und deren Respiration, wegen Verunreinigung der geathmeten Luft,

---

1) Henle, Allg. Anatomie. p. 439. — 2) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. p. 97. — 3) Schultz, in Hufeland's Journ. 1838. April. 24.

stets unvollkommen ist, leiden an Blutstockungen im Unterleibe und im höchsten Grade dieser Blutverderbniss an *Melaena* und Nichts giebt der Heilung solcher Kranken mehr Vorschub, als fleissige Bewegung in reiner, freier Luft, wo der Athemprocess möglichst vollkommen stattfinden kann.

Durch Joh. Müller, Hünefeld und Valentin ist das Verhalten der Blutkörper gegen viele chemische Reagentien geprüft worden, jedoch ist vor der Hand für die Physiologie oder Pathologie noch kein besonderer Nutzen daraus erwachsen, nur das wollen wir hier bemerken, dass Galle die Blutkörper rasch und mit den Kernen zugleich auflöst.

Entwickelung der Blutkörper. Ueber die Entwickelung der Blutkörper beim Embryo ist unsere Kenntniss noch sehr unsicher und die besten Beobachter weichen in ihrern Ansichten darüber von einander ab. Wir werden jedoch sehen, dass die Blutkörperchen sich höchst wahrscheinlich nach dem allgemeinen Typus der Zellenbildung entwickeln.

Nach Reichert [1]) unterscheiden sich die ersten Blutzellen durchaus nicht von den Zellen der Keimhaut beim Hühnchen, Bischoff [2]) fand dasselbe bei dem Caninchen-Ei und Kölliker [3]) sah in dem noch geschlossenen Herzen von Sepia sich Zellen bewegen, die denen, aus welchen das Herz gebildet ist, ganz gleich waren. Verfasser hat am Hühnerei Folgendes beobachtet: Ist das seröse und das Schleimblatt bis auf einen gewissen Punkt entwickelt, ohngefähr zu der Zeit, wenn der Kopf des Embryo sich in die bekannte Falte des Amnion, in die Kopfhaube, einsenkt, um die 30ste bis 36ste Stunde, so werden die Zellen des spätern Gefässblattes bekanntlich in Inseln geordnet, die dazwischenliegenden Lücken sind mit farblosem, durchsichtigen Plasma gefüllt und fast plötzlich fangen einzelne Zellen, die sich von der umgebenden Masse durch Nichts unterscheiden, an, sich zu bewegen; sie treten in die neue Blutbahn ein, bewegen sich erst oscillirend hin und her und nach einiger Zeit, die bei

1) Reichert, Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche. Berlin. 1840. p. 144. — 2) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Caninchen-Eies. p. 135. — 3) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. p. 79.

verschiedenen Eiern verschieden ist, gehen sie in einem Strome hinter einander her. Diese Zellen sind aber offenbar grösser als die spätern Blutkörperchen, ihre Membran ist äusserst zart, der Kern deutlich, sie ziehen Wasser an und platzen darin, so dass der Kern frei wird. Auch Bischoff [1]) giebt vom Caninchen an, dass diese ersten Blutzellen grösser seien als die eigentlichen Blutkörperchen. Wie nun diese Zellen sich in die Blutkörperchen umwandeln, ist eigentlich der Punkt, um den sich die verschiedenen Meinungen der Physiologen drehen. Einige nehmen mit Schwann [2]) an, der Kern sei eher da als die Hülle und diese bilde sich erst um jenen herum. Nach den zuverlässigsten Beobachtern aber ist Kern und Hülle des Blutkörperchens stets zugleich bemerkbar; es kann ja auch gar nicht anders sein, da Kern und Kernkörperchen schon in der Lymphzelle vorgebildet war. Auch hält Schwann die Blutkörperchen für wirkliche Zellen. Da nach seiner Ansicht über die Entstehung der Capillaren diese bekanntlich aus sich ästig verlängernden Zellen hervorgehen, deren Aeste sich berühren und in einander ausmünden, so sind die Blutkörper durch endogene Zeugung in den Blutgefässzellen entstanden, sie können aber ebenso gut nur Kerne der Gefässzellen sein, die durch Verschmelzen der letztern im Innern frei werden. Valentin [3]) hält die Blutkörperchen für Kerne mit Kernkörperchen, Vogt [4]) ist derselben Ansicht und erklärt sich die Entstehung der kleinen Blutkörper aus den grossen Zellen dadurch, dass er annimmt, die Zelle gehe unter, indem sie ihre äussere Hülle verliert und der kugelförmige Kern werde zu dem Blutkörperchen und der *Nucleolus* zum Kerne des Blutkörperchens, oder der Kern der Zelle bilde sich unter Aufzehrung seines Inhaltes zur eigentlichen Blutzelle aus und der Kern des Blutkörperchens erscheine mit dem Schwinden dieses Inhaltes. Nach dem, was wir beim Hühnchen gesehen haben, müssen wir jetzt der Ansicht Vogt's beitreten, da sie ohnstreitig nach unsern Kenntnissen die naturge-

---

1) Bischoff, Entwickelungsgeschichte des Caninchen-Eies. — 2) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 77. — 3) Valentin, in R. Wagner's Lehrb. der spec. Physiol. I. 140. — 4) Vogt, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte. p. 70.

mässeste ist. Die Meinung Baumgärtner's [1]), dass die Blutkörperchen aus Dotterzellen entstehen, ist ganz ungegründet und durch spätere Beobachtungen längst widerlegt. Schultz [2]) lässt die Blutkörperchen der Amphibien aus mehreren Dotterkörnern, die der Vögel und Fische aus Fettbläschen des Dotters entstehen. Auch diese Meinung ist theils aus den oben angeführten Beobachtungen von Reichert, Bischoff und Kölliker, theils aus allgemeinen Gesetzen zu widerlegen. Es scheint nämlich nach den neuern Untersuchungen über die Entwickelung der Gewebe beim Embryo Gesetz zu sein, dass kein Gewebe unmittelbar aus dem Dotter hervorgehe, sondern dass das Dotter erst das Material zur Zellenbildung hergebe, die durch den Furchungsprocess eingeleitet wird, und dass aus den Zellen erst die Gewebe hervorgehen können, die Blutkörperchen aber sind ohnstreitig den Geweben beizuzählen. Schon längst hat Carus [3]) darauf aufmerksam gemacht, dass die Annahme der Entstehung der Blutkörperchen aus Dotterzellen ein Offensein der sich bildenden Blutbahnen gegen die Dotterhöhle hin voraussetzt, was an und für sich eine ganz unphysiologische Vorstellung ist und wogegen alle Beobachtung spricht.

Beim Embryo würden demnach die Blutkörperchen aus Zellen entstehen, die denen, aus welchen sich die Gewebe desselben überhaupt hervorbilden, ganz gleich sind. Diese Zellen würden auf irgend eine Art ihre äussere Zellenhaut abwerfen, der Kern würde frei werden und durch eine geringe Metamorphose in das Blutkörperchen übergehen.

Entstehung der Blutkörperchen aus Chylus- oder Lymphkörperchen. Wir müssen hier schon anführen, dass im kreisenden Blute noch wirkliche Lymphkörper vorkommen. Man kann sich das Auffinden derselben sehr erleichtern, wenn man zu dem durch Serum verdünnten Blutstropfen einen Tropfen Essigsäure zusetzt, wodurch die Blutkörperchen fast verschwinden, die einzelnen zerstreuten Lymphkörperchen aber deutlicher hervortre-

1) Baumgärtner, Beobachtungen über Nerven und Blut. Freiburg. 1830. p. 40 u. 88. — 2) Schultz, System u. s. w. p. 29. — 3) Carus, System der Physiologie. II. 38.

ten. Da nun alle Lymphe in das Blut ergossen wird, keine andere Nahrungsquelle für das Blut bekannt ist, man auch im Blute noch Lymphkörperchen findet, so liegt der Gedanke sehr nahe, dass die Blutkörperchen aus den Lymphkörperchen gebildet werden. Ueber die zwischen beiden vorhandenen Zwischenstufen haben R. Wagner und Nasse sehr schätzenswerthe Beobachtungen mitgetheilt. Nasse [1]) stellt folgende Zwischenformen auf, die mit den von Wagner [2]) angegebenen übereinkommen: 1) Farblose, in Wasser lösliche Kügelchen mit zerstreuten Körnern ohne Kern, 2) dieselben mit Kern, 3) linsenförmige Körperchen mit einem in kleinere leicht zerfallenden Kerne, 4) platte, mit einem schon zerfallenen Kerne und andere mit einem mittlern Eindrucke, 5) platte, etwas schwach geröthete, im Wasser sich nur langsam verändernde Körperchen, welche dann in gefärbte, biconcave, im Wasser in farblose Kugeln sich verwandelnde Scheibchen übergehen. Aus diesen Thatsachen, die ich aus eigener mehrfacher Erfahrung bestätigen kann, ergiebt sich eine Theorie von selbst. Nro. 1. sind die aus dem *Ductus thoracicus* hervorgegangenen Lymphkörperchen. Nro. 2. Nach der bei der Zellenbildung angegebenen Art haben sich die einzelnen Elementarkörner zum Theil aufgelöst, und es ist dafür ein Kern gebildet worden. Nro. 3. Das Körperchen hat sich abgeplattet, der Kern (eigentlich Kernkörperchen) ist leicht zerfällbar, da er überhaupt seiner Auflösung entgegengeht. Nro. 4. Der Kern ist vollends zerfallen, was aber nicht allemal geschieht und die Form des Blutkörperchens wird so weit vorbereitet, dass dieses in den nächsten Formen vollendet erscheint. Mit Vollendung der Form beginnt die Aenderung der Function, denn es fängt nun die Pigmentbildung in dem jungen Blutkörperchen an. Diese Theorie weicht von der, welche Nasse aus denselben Thatsachen bildet, insofern ab, als derselbe annimmt, nur die Kerne der Blutkörperchen seien die Reste der Lymphkörperchen. Es müssten sich also diese mit einer neuen Hülle umgeben haben, von welcher wir nicht wissen wie sie enstehen soll, während wir die ganzen Blutkörperchen als den

---

1) Nasse, Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie. II. 183. u. in R. Wagner's Handwörterb. I. 196. — 2) Wagner, Beiträge zur vergl. Physiologie. I. u. II. an mehrern Stellen.

ganzen Lymphkörperchen entsprechend ansehen. Die Hülle bleibt dieselbe, die Körner gehen durch theilweise Auflösung auf die bei der Zellenbildung auseinandergesetzte Art in den Kern des Blutkörperchens über, oder sie lösen sich ganz auf und dann wird das Blutkörperchen keinen Kern haben. Unsere Ansicht hat die Analogie der Zellenbildung für sich, durch sie wird die Kleinheit des Kernes der Blutkörperchen im Verhältnisse zu den Lymphkörperchen ganz natürlich und nothwendig, endlich kommt durch unsere Ansicht eine vollkommene Uebereinstimmung in die Bildung der Blutkörperchen beim Embryo aus den Zellen und beim Erwachsenen aus Chyluskörperchen, denn das primäre Blutkörperchen war der Kern einer Zelle, die ihre Hülle abgeworfen hatte, das Lymphkörperchen eines Erwachsenen entspricht nur einem werdenden und das Blutkörperchen einem vollendeten Zellenkerne, wie aber das Kernkörperchen oft fehlt, so fehlt auch dem Blutkörperchen oft der Kern.

Es ist sonach das Blutkörperchen, sowohl nach Schwann's Theorie über die Entstehung der Capillaren, wie nach seiner Entstehung im Embryo und beim Erwachsenen, einem Zellenkerne gleich zu achten.

Remak [1]) hat noch zwei andere Arten der Vermehrung der Blutkörperchen besonders nach Blutverlusten beobachtet: 1) Eine Theilung der Blutkörperchen. Er fand nämlich in Hühnerembryonen aus der dritten Woche theils runde, theils birnförmige, theils biscuitförmige Blutkörperchen, deren dicke Enden roth gefärbt und jedes mit einem Kerne versehen war, auch diese Kerne waren mittelst eines dünnen Fadens mit einander verbunden, welcher durch das canalförmige Mittelstück ging. Hieraus schliesst Remak auf eine Vermehrung der Blutkörperchen durch Theilung. 2) Entstehung von Blutkörperchen aus den Epitheliumzellen, welche die innere Fläche der Blut- und Lymphgefässe bedecken. Fernere Untersuchungen müssen diese Ansicht bestätigen oder widerlegen. Wenn man aber bedenkt, dass das Epithelium aus den in Verhornung begriffenen Zellen besteht, so kann man nicht glauben,

---

1) Remak, in Schmidt's Jahrbüchern. XXXIII. p. 145. u. Med. Z. v. d. Vereine f. Heilk. in P. 1841. Nro. 27.

dass sie in die mit so lebendigem Stoffumsatze versehenen Blutkörperchen übergehen können. Meyer [1]) in Tübingen hat ebenfalls einige hierher zu rechnende Formen abgebildet. Mir ist jedoch nie etwas Aehnliches vorgekommen.

Gehen wir nun auf die Bedeutung und den Nutzen der Blutkörperchen über, so müssen wir nochmals erinnern, dass wir die Blutkörperchen nur als Zellenkerne ansehen können. Aus der Betrachtung der Zelle im Allgemeinen wird erinnerlich sein, dass die Bildung derselben nur eine Wiederholung der Bildung des Kernes war, dass viele Zellenbildung auf der Stufe des Kernes stehen bleibt und dass eine Zelle mit Kern ohne Kernkörperchen von einem ausgebildeten Kerne mit Kernkörperchen oft nicht zu unterscheiden ist. Sind sie nun in der Form nicht von einander zu unterscheiden, so werden sie auch in der Function einander sehr nahe stehen und wir können und müssen den Blutkörperchen zunächst die Function der Zellen zuschreiben und so werden sie uns hauptsächlich durch Endosmose und Exosmose thätig erscheinen. Die Blutkörperchen werden von der grössten Wichtigkeit für die Mischung der Blutflüssigkeit, ja für den Stoffwechsel im ganzen Körper sein. Man denke sich einmal diese kleinen Körperchen dicht gedrängt durch das ganze Blutgefässsystem angehäuft und jedes einzelne in stetem Austausch der Stoffe begriffen, nehme dann die Summe der Thätigkeiten Aller zusammen und man wird einen Begriff von dem grossen Einflusse der Blutkörperchen auf den ganzen Organismus erhalten. Man möchte die Blutkörperchen als den ganzen Körper stets durchwandernde freie, selbstständige Drüsenkörner ansehen. Dieser grossen Wichtigkeit wegen sind aber auch die Blutkörperchen fast durch das ganze Thierreich verbreitet und werden nur bei den niedrigsten Pflanzenthieren vermisst (Wagner und Gulliver). Eben deshalb treten sie auch beim Embryo auf, sobald die Zellen so weit gebildet sind, dass sie in eine Metamorphose eingehen können. Dass aber der Stoffwechsel, welchen die Blutkörperchen vermitteln, sich hauptsächlich in Aufnahme von Sauerstoff und Kohlen-

1) Meyer, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 206 u. Tab. IX. Fig. 22, 23, 24 u. 27.

säure bezieht, haben wir theils in dem allgemeinen chemischen Theile unter „Eisen" schon berührt, theils wird es in dem Artikel von der Respiration noch genauer auseinander gesetzt werden. — Bei der Unterscheidung der Secretionen in Auswurfsstoffe und belebte Absonderungsproducte hatten wir ein passendes Criterium in dem Dasein oder dem Mangel der Zellen gefunden, und so mag uns denn auch hier die Bildung und das Dasein der Blutkörperchen ein Zeugniss sein von dem innern Leben des Blutes, es möge uns zeigen, wie in dem Blute Form und Mischung stets untergeht, um in gleichem Momente neu zu erstehen. Sehr scharfsinnig stellt mein um vergleichende Anatomie und Physiologie so hochverdienter Lehrer, der Geheime Medicinalrath Dr. Carus[1]), eine Parallele zwischen Blutkörperchen und Gährungszellen auf. In beiden Flüssigkeiten, im Blute wie in dem gährenden Fluidum, wird unter Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure Wärme frei, die Blutkörperchen und die Gährungszellen bilden sich aus Flüssigkeit und beide sind äussere Zeichen des im Innern sich regenden Lebens.

Auflösung oder Sterben der Blutkörperchen. Wie alles Organische, so müssen auch die Blutkörperchen ihr Ziel erreichen, haben sie es erreicht, so werden sie untergehen, sterben. Es ist aber Gesetz, dass alles Lebende durch die eigene Thätigkeit den Untergang sich selbst vorbereitet und so werden denn durch die eigne Function der Blutkörperchen solche Veränderungen in ihnen hervorgebracht werden, bei denen sie nicht ferner bestehen können. Welche sind aber diese Veränderungen und welche ist die Art des Unterganges? Durch vielfache Beobachtungen ist es ausgemacht, dass die jungen Blutkörperchen heller gefärbt sind, weniger Blutfarbestoff und wahrscheinlich einen grössern Kern enthalten, als die ältern. Wie bei den Hornzellen die Bildung der Hornsubstanz den Stoffwechsel der Zelle hemmt, endlich ganz aufhebt und so das Leben der Zelle endet, so scheint hier die Anhäufung des rothen Pigmentes den lebendigen Stoffwechsel zu hemmen und endlich aufzuheben; zu gleicher Zeit schwindet der Kern und wohl möglich, dass mit diesem, den wir als fett-

---

1) Carus, System der Physiologie. II. 37. 260 seq.

haltig erkannten, zugleich ein Gegensatz zu dem Inhalte der Zelle oder der eiweissstoffigen Umgebung der Zelle wegfällt, wo aber die Gegensätze sich ausgleichen, hört die Thätigkeit auf. Wir werden also in den dunkeln, mit vielen Farbstoff versehenen Blutkörperchen diejenigen ohne Kern erkennen, welche zur Auflösung vorbereitet sind. Wo nun aber diese Auflösung erfolge, ist durch die schönen Untersuchungen von Schultz[1]) fast zur Gewissheit gebracht worden. Schon Carus[2]) hatte darauf aufmerksam gemacht, wie das sich zersetzende Blut der Leichen der Umgebung der Gefässe ein grünes Ansehen gebe und hat diese grüne Färbung mit der Farbe der Galle verglichen, Schultz zeigte aber, dass der Ort, wo die Blutkörperchen aufgelöst werden, in der Pfortader, besonders aber in der Leber sei und dass der Farbstoff wahrscheinlich zur Bildung der Galle verwendet werde. Auch nach diesem Forscher sind es besonders die kernlosen und farbstoffreichen Blutkörperchen, also nach der Erfahrung über Zellenentwickelung die ältesten, welche in der Pfortader sich finden und in der Leber aufgelöst werden. Eine genauere Kenntniss über den eigentlichen Vorgang dieser Auflösung fehlt uns noch ganz. Nur so viel ist bis jetzt bekannt, dass das Pfortaderblut schwer oder gar nicht gerinnt und einen schwarzen Bodensatz von Blutkörperchen macht. Diese Blutkörperchen sind dicker, haben ihre Glätte verloren, kleben daher leicht an einander. Bei manchen Krankheiten der Leber, bei *Melaena*, fand man das Blut der Pfortader in eine schwarze, schleimige Masse verwandelt, in welcher wahrscheinlich die Blutkörperchen schon aufgelöst waren. Das Sterben der Blutkörperchen erfolgt also durch Anhäufung des rothen Pigmentes, wodurch der raschere Stoffwechsel, der endosmotische und exosmotische Strom gehemmt und endlich aufgehoben wird, die wirkliche Auflösung der Blutkörperchen wird aber in der Pfortader vorbereitet und in der Leber vollendet. Das Product der Auflösung wird wahrscheinlich zur Gallenbereitung verwendet.

---

1) Schultz, der Lebensprocess im Pfortadersysteme. Sitzungen der Hufeland'schen Gesellschaft. 1837 u. 1838 u. System der Circulat. p. 139 seq. u. p. 320 seq. — 2) Carus, System der Physiologie. II. p. 147.

§. 63.

Fettzellen. Das Fett ist nicht, wie man früher glaubte, eine in den Zwischenräumen des Bindegewebes niedergelegte, halbflüssige Masse, sondern eine Anhäufung eigenthümlicher Zellen, als deren Inhalt das Fett erscheint. Diese Zellen, Tab. I. Fig. 15., sind meist kugelrund, traubig zusammengehäuft, im Erwachsenen von 0,010, — 0,050''', selten noch darüber. Die Zellenhaut ist schwer zu unterscheiden, wird aber durch Aether das Fett ausgezogen, so bleibt sie zurück, wird sie dagegen durch Essigsäure erweicht und aufgelöst, so fliesst das Fett in feinen Strömchen aus; durch Druck kann man den flüssigen Inhalt durch die Membran hindurch pressen. In der Kälte erscheint die Zelle vielseitig, hier und da gedrückt, wie gedrücktes Wachs, es bedarf aber nur einer geringen Erwärmung, um die runde Form wieder herzustellen. Der Zellenkern ist selten deutlich sichtbar, ich habe denselben nur zweimal, aber beidemal in mehrern Exemplaren gesehen, das erstemal in den Fettzellen aus der Fusssohle eines viermonatlichen Fötus, das anderemal in der Cyste an dem Ovarium eines 19jährigen Mädchens. In beiden Fällen war er nur bei gedämpftem Lichte deutlich zu erkennen, füllte die Zelle fast ganz aus, lag excentrisch und enthielt kein Kernkörperchen. Von andern Beobachtern sind auch Fettzellen mit zwei Kernen bemerkt worden. Henle[1]) beobachtete zuerst eine eigne sternförmige Figur auf den Fettzellen, welche Jul. Vogel[2]) für Margarinkrystalle erklärte, daher sie auch, wie ich bemerkte, beim Erwärmen der Zelle verschwinden und nach dem Erkalten nicht allemal wieder zu finden sind.

Die Entwickelungsgeschichte der Fettzellen ist noch sehr dunkel, doch kann auch sie nur dem allgemeinen Typus der Zellenentwickelung überhaupt folgen. Wahrscheinlich sind die Fettzellen in frühern Stadien gar nicht von andern Zellen zu unterscheiden und erst später treten ihre Eigenthümlichkeiten hervor. Schwann[3]) bildet eine Fettzelle aus dem Schädel einer jungen Plötze ab, wo

---

1) Henle, Allg. Anatomie. p. 393. — 2) Jul. Vogel, Anleitung zum Gebrauch des Mikroskop. p. 430. — 3) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen über die Uebereinstimmung u. s. w. Tab. III. Fig. 12.

das Fett den Raum der kugelrunden Zelle ausfüllt und der kleine Kern mit dem Kernkörperchen ganz excentrisch an der Zellenwand liegt. Valentin[1]) hat mehrere Formen gezeichnet, die aber theils nichts Eigenthümliches lehren, theils als Kunstproducte angesehen werden dürften, wie die Anhängsel Fig. 4, c, d, e, die ich für Falten der Zellmembran halte, durch das Liegen des Präparates in Weingeist hervorgebracht (?). In den eben bemerkten jüngern Zellen war der Kern rund, wie auch Schwann ihn abbildet, er verkleinert sich im Laufe der Entwickelung; je mehr das Eigenthümliche der Fettbildung hervortritt, desto mehr scheint er zu schwinden. Wenn wir daran denken, dass der Kern überhaupt auch bei andern Zellen fetthaltig ist, so möchte man auf den Gedanken kommen, dass die frühere Function desselben sich auf die ganze Zelle übertrage; daher er als überflüssig ganz schwindet. Diese Fettzellen finden ihre grösste Anhäufung in dem Unterhautbindegewebe, zwischen den Falten der Bauchhaut, in der Umgebung der Nieren, in der Augenhöhle, auch in den Zwischenräumen zwischen den Muskeln, und an der Seite der grössern und mittlern Gefässe. Ueber den physiologischen Nutzen vergl. den chemischen Theil.

§. 64.

Pigmentzellen. Das Pigment, der Farbstoff, das man sonst für ein Absonderungsproduct der Flächen ansah, auf denen es vorkommt, ist in der neuern Zeit als der meist körnige Inhalt bestimmter Zellen erkannt worden. Ueber das nicht körnige Pigment am Ende dieses Paragraphen.

Die Pigmentzellen mit körnigem Pigmente zerfallen nach ihrer Form in rundliche oder polyedrische und in ästigverzweigte oder ramificirte. Die rundlichen oder polyedrischen Zellen mit körnigem Pigmente, Tab. 1. Fig. 11, 12, sind der Gestalt nach gewöhnliche Zellen, die dicht gedrängt auf der innern Fläche mehrerer Augenhäute vorkommen und sich gegenseitig abplatten, daher die einzelne Zelle eine polyedrische Form annimmt. Die Zellenmembran ist bei diesen Zellen oft zweifelhaft, denn

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I.

nicht selten ragen einzelne Pigmentmolecülen über die Begränzung der Zelle hinaus, namentlich an den Zellen von der hintern Fläche der Iris des Pferdes, und wird eine solche Zelle mit Essigsäure in Berührung gebracht, so erfolgt die Ablösung und Vertheilung der Pigmentkörner ganz allmählig und so, als ob die Essigsäure ein zähes Bindemittel auflöse und so nach und nach die Körner frei mache (Henle). Dagegen sieht man an den zusammengedrängten Zellen anderer Stellen zwischen diesen hellere Linien verlaufen, die als Zellenwände und als Intercellularsubstanz gedeutet werden können. Für das wirkliche Dasein einer Zellenwand spricht noch die Analogie mit andern Zellen. Auch kann man bei den nicht ganz mit Pigment gefüllten Zellen oft deutlich feine doppelte Conturen unterscheiden, Fig. 11. a., und endlich hat Schwann Molecularbewegung der Pigmentkörner innerhalb der Zelle gesehen. Bei jungen Zellen habe ich dasselbe wahrgenommen. Vgl. weiter unten. Es ist daher wahrscheinlich, dass es gewisse Verschiedenheiten in den Zellen giebt, nämlich solche, bei denen die Zellenwand allmählig in den Inhalt selbst übergeht oder in denen wenigstens Hülle und Inhalt nicht scharf von einander getrennt sind, und solche, wahrscheinlich jüngere, Zellen, an denen man eine Zellenwand unterscheiden kann, welche Verschiedenheit wahrscheinlich von dem Alter der Zelle abhängig ist. Der Kern der Pigmentzelle, Fig. 11. b., ist nicht deutlich wahrnehmbar, bei ganz mit Körnern angefüllten Zellen wird er durch diese verdeckt, Fig. 12., kann aber durch Essigsäure leicht sichtbar gemacht werden. Er hat einen centralen *Nucleolus* und im Erwachsnen einen Durchmesser von 0,0028 — 0,0030‴. Der Inhalt der Pigmentzellen besteht aus den Pigmentkörnern und einem sie vereinigenden flüssigen oder zähen Bindemittel. Dass dieses Bindemittel Anfangs flüssig ist, glaube ich bestimmt aus den bei jungen Zellen beobachteten endosmotischen Strömungen schliessen zu können, das es aber später dicker, zäher, ja fest werden könne, wie in den alten Zellen, denen die Hülle zu fehlen scheint, hat wenigstens mehrfache Analogie für sich. Dieser Process des Dicker- oder Consistenterwerdens des Inhaltes würde mit der Umwandlung der Zelle in einem aus concentrischen Schichten bestehenden soliden Körper mit dem Verhornungs- und Verholzungsprocesse

zu vergleichen sein. Ein anderer wesentlicher Inhalt der Pigmentzellen sind die Pigmentkörner. Diese sind bei 400maliger Vergrösserung noch dunkelbraun gefärbte Körperchen von rundlicher, länglicher, wurstförmiger Gestalt. Henle giebt an, sie seien platt und bei sehr starker Vergrösserung farblos. Diese Pigmentkörner füllen oft die ganze Zelle aus, so dass diese ganz gleichmässig schwarz erscheint und die Zellenwände, da wo die benachbarten Zellen zusammenstossen, nur als hellere Linien erscheinen; so in der hintern Fläche der Iris. In andern Zellen sind diese Pigmentkörner vorzugsweise in der Nähe des Kernes abgelagert, so dass sie in Form eines schwarzen Ringes zwischen diesem und der Wand liegen; so im hintern Theile der Choroidea des Auges.

Diese runden Zellen mit körnigem Pigmente finden sich bei der weissen Menschenvarietät nur auf einigen Häuten des Auges und zwar auf der innern Fläche der Choroidea, der hintern der Iris und der hintern des Ciliarkörpers. In allen diesen Fällen liegen die Zellen so dicht an einander, dass sie sich gegenseitig abplatten. Die einzelne nimmt daher eine polyedrische Form an und so bilden sie in ihrer Gesammtheit eine sehr zierliche Mosaik. Auch auf den Säckchen des Vorhofes kommen sie nach eignen Untersuchungen, sowie nach Wharton Jones[1]), Scarpa und Breschet vor und sind ein recht unangenehmes Hinderniss bei genauerer mikroskopischer Untersuchung dieses Theils. Bei den gefärbten Menschenstämmen, namentlich bei den Aethiopen, findet sich unter der ganzen Haut eine Schicht Pigmentzellen, welche eigentlich nur die jungen Zellen der Epidermis sind, denn an der Hand eines Aethiopen habe ich mich überzeugt, dass die Anfangs runden und körnerloses Pigment enthaltenden Zellen sich später abplatten, dabei Anfangs ein grünlichbraunes Ansehen annehmen, immer mehr und mehr gebleicht werden und endlich als die wenig gefärbte Epidermis der Negerhaut erscheinen. Dabei drängt sich mir die Vermuthung auf, dass dieser Process der Verhornung nicht so schnell als bei dem Europäer vor sich gehe

---

1) *Wharton Jones, Todd's Cyclopaedia. Art. Hearing.*

und durch die stärkere Anhäufung der jüngern schwarzen Zellen die sammtartige, weiche Beschaffenheit der Negerhaut veranlasst werde. Bei der weissen Menschenvarietät kommen unter besondern Umständen ebenfalls Ablagerungen von Pigment unter der Haut vor. So bei stillenden Frauen in der Umgebung der Brustwarze und nicht selten an den Geschlechtstheilen und in deren Nähe. Ich selbst hatte Gelegenheit, solche Pigmentzellen bei einer Frau zu untersuchen, die am fünfundzwanzigsten Tage nach der Entbindung gestorben und deren Unterleib ausserordentlich dunkel gefärbt war. Ein ganz schwarzer Streif ging vom Schaamberge bis zu dem Nabel herauf und verlor sich seitwärts in hellern Nüancen. Diese Färbung war durch flüssiges Pigment bedingt, welches in den jungen Zellen der Epidermis lag, also gerade so, wie bei der äthiopischen Raçe. Vergl. pag. 289. Das Wesen der schwarzen Flecke der Lungen und der Bronchialdrüsen erwachsener und älterer Personen ist noch nicht ergründet, denn dass es eingeathmeter Kohlenstaub sei, wie die Engländer Pearson, Carswall und Graham glauben, erscheint darum nicht wahrscheinlich, weil man nicht begreifen kann, wie Staub durch die stets mit Schleim bedeckte und stets flimmernde Schleimhaut, durch das darunter gelegene Zellgewebe u. s. w. bis in die Höhle der Lymphgefässe eindringen soll. Das Wahrscheinlichste ist, dass der hier abgesetzte Kohlenstoff auf irgend eine Art mit der Respiration zusammenhängt, denn je länger die Respiration schon thätig gewesen ist, desto grösser ist die Anhäufung von Pigment.

Die Entwickelung dieser Pigmentzellen ist ganz wie die der andern Zellen, wenigstens findet man bei sehr kleinen Schaafs-, Schweins- und Rinds-Embryonen, wo sich erst auf dem vordern Theile der Choroidea einiges Pigment abgelagert hat, neben diesen schon Pigment enthaltenden Zellen andere, welche sich durchaus nicht von gewöhnlichen Zellen des Embryo unterscheiden. Sie sind rundlich, oval, haben einen deutlichen Kern und liegen ziemlich weitläufig in dem Plasma zerstreut. Die Ablagerung des Pigments erfolgt später, wenn die Zelle so weit ausgebildet, dass sie die ihr eigenthümliche Lebensfunction beginnen kann; zuerst erscheinen einzelne Körner, die zu dreien oder

vieren sich an einander reihen oder einzeln angetroffen werden. Später häufen sie sich mehr in der Nähe des Kernes an, bis sie bei vollständiger Entwickelung denselben wohl ganz verbergen. Die einzelne Zelle hat beim Beginn der Ablagerung eine ovale Gestalt, ist noch kleiner als später und füllt den für sie bestimmten Raum nicht aus, daher bleibt viel Intercellularsubstanz übrig. (An diesen Zellen war es, wo ich offenbar und deutlich Molecularbewegung der Pigmentkörner innerhalb der Zelle in Folge endosmotischer Strömungen bemerkte. Ich hatte nämlich ein Auge zur weitern Untersuchung in Weingeist aufgehoben, bei der Untersuchung selbst befeuchtete ich das Stückchen Choroidea mit Wasser und durch das dichtere Medium wurde jener endosmotische Strom veranlasst.) Allmählig wächst nun jede einzelne Zelle, sie berühren einander, beschränken sich gegenseitig, platten sich ab und nehmen meist eine hexaedrische Form an, und dann gleicht eine solche mit Pigmentzellen belegte Fläche einer sehr zierlichen Mosaik. Ob und unter welchen Erscheinungen die alten Pigmentzellen aufgelöst und ersetzt werden, ist ganz unbekannt.

Die ramificirten Pigmentzellen (Tab. I. Fig. 13 u. 14.) finden sich in der *Lamina fusca* zwischen Sclerotica und Choroidea, in dem wenigen daselbst eingestreuten Bindegewebe, aber sie kommen auch in dem hintern Theile der inneren Fläche der Choroidea neben den vorigen Zellen und auf den Säckchen des Vorhofes vor. Eine jede einzelne Zelle besteht aus einem mittlern, grössern und weitern Theile, den man den Körper der Zelle nennen könnte; derselbe ist meist rundlich, länglich, spindelförmig, doch nicht selten auch drei- und vierzipflich verlängert. Man kann an ihm meist deutlich die Hülle, den Kern und den Inhalt unterscheiden. Kern und Inhalt sind wie bei den vorigen Zellen. In den meisten kann man die Pigmentkörner unterscheiden (Fig. 13.), in andern dagegen ist die schwarze Färbung so gesättigt, dass man keine einzelnen Körner mehr unterscheiden kann (Fig. 14.), dann kann man auch den Kern, selbst wenn er wirklich noch vorhanden ist, nicht mehr wahrnehmen. Nicht selten sieht man Pigmentzellen, welche sich ganz wie durchlöchert darstellen. Diese Zellen sind in Bezug auf das Ver-

hältniss zwischen Kern und Pigmentkörner den Fig. 11. dargestellten Zellen zu vergleichen. Das Pigment hat sich seitlich zwischen Kern und Zellenwand aufgehäuft, und da diese ramificirten Pigmentzellen auf beiden Seiten abgeplattet sind, so können sich keine Pigmentkörner auf beiden Flächen des Kernes auflegen, dieser erscheint daher ganz rein und hell und erhält dadurch das Ansehen eines Loches. Die Hülle macht von den Zipfeln des Körpers aus eigene ästige, an den Enden meist gabelig gespaltene, mitunter vielfach gebogene Fortsetzungen, welche, da sie ebenfalls Pigmentkörner enthalten, hohl sein müssen, sie legen sich an die Aeste benachbarter Zellen an und verschmelzen wahrscheinlich oft mit ihnen. Henle hat beobachtet, dass solche Verlängerungen in pigmentlose Fasern übergingen, die den Bindegewebsfasern ähnlich waren. Da diese Zellen nie so dicht gedrängt liegen, wie die vorigen, so geben sie auch keine schwarze, sondern nur eine braune Färbung.

Die Entwickelung der ramificirten Pigmentzellen ist bis zu einer gewissen Zeit der der polyedrischen Zellen ganz gleich, nur liegen sie zerstreuter, verändern ihre rundliche Form in eine eckige und später erst schicken sie ihre Ramificationen aus, sie treten überhaupt weit später auf. In einem fünfmonatlichen menschlichen Fötus, wo die runden Zellen der Choroidea sich schon gegenseitig abplatteten und reichlich mit Pigmentkörnern versehen waren, konnte ich unter den Pigmentzellen der *Lamina fusca* nur kleine Zellen auffinden, die von ihrem Kerne fast ganz ausgefüllt waren und noch kein Pigment enthielten, sie waren von kugelrunder oder länglicher Gestalt und unterschieden sich dadurch von den langgestreckten, spindelförmigen Kernen, welche der *Lamina fusca* angehörten. Bei den sogenannten Kakerlaken oder Albinos fehlen nicht die Zellen, sondern nur die Pigmentkörner in denselben.

Ueber den Nutzen des schwarzen Pigmentes in den Augen ist kein Zweifel. Es dient dazu, das Zurückwerfen der Lichtstrahlen im Auge von einer Stelle der Netzhaut auf die andere zu verhindern. Das Genauere darüber wird bei der Lehre vom Sehen beigebracht werden. Dagegen können wir den Nutzen des Pigmentes an andern Stellen des Körpers, z. B. im Labyrinthe des Ohres,

an den Brüsten der Stillenden, an den Geschlechtstheilen u. s. w., nicht einsehen.

Die krankhaften Pigmentablagerungen, die Melanosen, bestehen bisweilen ebenfalls aus solchen Pigmentzellen mit Körnern, in sehr vielen Fällen jedoch, namentlich bei der melanotischen Färbung einzelner Stellen des Darmkanales, findet man keine Zellen, sondern eine Ablagerung von freien Pigmentkörnern. Da im gesunden Zustande solche Pigmentkörner nur innerhalb gewisser Zellen gesehen werden, so kann man fast mit Gewissheit voraussetzen, dass auch im kranken Zustande diese Körner ursprünglich in Zellen abgelagert worden sind, nur dass die Wände derselben entweder wieder aufgelöst wurden, oder die Zelle einer anderweitigen Metamorphose folgte und so die Pigmentkörner in das Innere des Gewebes gekommen sind. Dieselben können wohl auch die normale Metamorphose der Zelle, welche in das Gewebe des Theiles übergehen soll, hindern. Als ein anderer Bestandtheil melanotischer Entartungen sind noch die ölhaltigen Pigmentzellen zu erwähnen, welche oft grössere Geschwülste bilden, jedoch auch in blossen melanotischen Färbungen gefunden werden. Diese Zellen oder Bläschen sind von verschiedener Gestalt und Grösse, von 0,005 — 0,010''', meist rund oder länglichrund, bisweilen lang und wurstförmig gebogen. Die umgebende Hülle wird von Essigsäure nicht aufgelöst, Aether bleicht die meisten derselben, aber nicht alle, und macht kein körniges Ansehen sichtbar. Diese Zellen oder Bläschen zeigen den eigenthümlichen Lichtreflex des Oeles und sind einzeln von mehr oder weniger dunkler brauner Farbe. Wenige zeigen einen deutlichen Kern. Die Entstehung dieser Zellen ist mir ganz unbekannt und doch kann nur die Genesis Winke für die Deutung derselben geben. Bei dem fast allgemeinen Mangel des Kernes, dem öligen Inhalte und der Unauflöslichkeit in Essigsäure bin ich geneigt, sie für entartete Zellenkerne zu halten, da ja eben die Kerne oft für ölhaltig erkannt worden sind. In einer Melanose wird man stets mehrere Formen von Pigmentzellen neben einander finden.

§. 65.

Epithelien, Oberhäute. Alle grössern sowohl innern als äussern Flächen des Körpers sind von einer Lage oder von

mehreren Schichten Zellen bedeckt, die an manchen Stellen eine zusammenhängende Haut bilden, an andern weniger festen Zusammenhang zeigen. Von der äussern Haut, der Schleimhaut des Mundes, der Conjunctiva des Auges war es längst bekannt, dass sie von einer, wie man sagte, verhärteten Schicht Schleim überzogen seien, welcher von der darunterliegenden Haut abgesondert worden sei, und der Analogie nach nahm man sie dann auf den übrigen Schleimhäuten auch an. Die neuere Zeit aber hat erst durch genauere mikroskopische Untersuchungen die feinere Structur, so wie die allgemeine Verbreitung dieser Ueberzüge kennen gelehrt. Diese Zellen, Epithelialzellen, bilden sich nach Art der Zellen überhaupt aus dem von den Gefässen der unterliegenden Haut herkommenden Plasma, und der Kern scheint stets das Primäre zu sein. Dicht um ihn herum bildet sich die Hülle, sei es durch Ablösen der äussersten Schicht des Kernes oder durch Niederschlag aus dem umgebenden Plasma. Ist die Hülle gebildet, so tritt zwischen ihr und dem Kerne eine Flüssigkeit auf, welche, indem sie sich vermehrt, die Hülle von dem Kerne entfernt und selbst zum Zelleninhalte wird. Eine die Oberhautzellen besonders auszeichnende Eigenthümlichkeit ist die Neigung, in der Hülle auf Kosten des Inhaltes Hornsubstanz zu bilden, einen Verhornungsprocess einzuleiten. Da aber nach mehr oder weniger vollständiger Verhornung der Stoffwechsel beschränkt und endlich aufgehoben werden muss, so muss auch die Zelle aus ihrer organischen Verbindung mit der unterliegenden Haut austreten, welches Austreten man gewöhnlich, wiewohl nicht recht passend, mit dem Namen der Abschuppung bezeichnet, denn Cylinder- und Flimmerepithelium kann sich zwar abstossen, aber nicht abschuppen, denn es bildet keine Schuppen. In manchen besondern Fällen erfolgt, trotz der vollständigen Verhornung der Zellen, das Abstossen doch nicht, sondern die verhornten Zellen häufen sich in bestimmter, regelmässiger Form an, weil die Intercellularsubstanz einen der Verhornung ähnlichen Process eingeht und die einzelnen Zellen oder Schüppchen fest mit einander verbindet und so stellen sie das dar, was man compacte Hornsubstanz nennt. Wir kommen darauf bei der Betrachtung des Nagels noch einmal zurück.

Früher sah man die Epithelien nur als schützende Decken an, was sie auch in den meisten Fällen sind, besonders an der Cutis, allein da sie aus Zellen bestehen, die, so lange sie noch nicht verhornt sind, stets Stoffe wechseln, so ist ihnen ohnstreitig in Bezug auf Mischung ein gewisser Einfluss zuzuschreiben. So können die Zellen der Haut gegen den Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffes nicht unempfindlich sein, es geht durch sie hindurch ein der Respiration in den Lungen ähnlicher Austausch von Stoffen vor. Das Epithelium des Darmkanales kann bei der Stoffaufnahme unmöglich sich ganz passiv verhalten; ebenso steht auch das, die letzten Endigungen der Drüsenkanälchen auskleidende Epithelium den letzten Elementen der Drüsensubstanz so nahe, dass wahrscheinlich die Function beider sehr verwandt ist, denn so wie das Epithelium in den Gängen der Drüsen abgestossen wird und sich dem Sekrete beimengt, so trägt es in den feinsten Kanälen durch seine metabolische Kraft gewiss auch zur Bildung des Sekretes bei. — Die Flimmerepithelien endlich sind wichtige Bewegungsorgane.

Nach der Form der Zellen unterscheidet man das Pflasterepithelium, das Cylinderepithelium und das Flimmerepithelium. Von diesen verhornt das Flimmer- und das Cylinderepithelium weniger vollkommen, das Pflasterepithelium dagegen am stärksten, besonders in der Epidermis. Diesen schliessen sich dann noch die compacten Horngebilde als Nägel und Haare an.

§. 66.

Fig. 1. a. b. c.

Das Flimmerepithelium (Fig. 1. a.) besteht aus kegelförmig verlängerten Zellen, welche mit einem spitzen Ende auf der darunterliegenden Schleimhaut aufsitzen, mit der Basis dagegen frei liegen. Der freie Rand ist mit eigenthümlichen Haaren oder Cilien besetzt, welche, so lange sie leben, in ununterbrochner ruderartiger Bewegung begriffen sind und dadurch in der angrenzenden Flüssigkeit einen Strom erregen, der den Anschein eines dahinwallenden Lichtstreifens hat, also flimmert. Daher nennt man das ganze Phänomen das

Flimmern, die Zellen Flimmerzellen, Flimmerepithelium, und die bewegenden Haare Flimmercilien. Die meisten Flimmerzellen sind nach abwärts in einen dünnen Faden ausgesponnen, der am Ende oft wie abgerissen oder auch wie gespalten erscheint. Die Zelle geht nicht allemal unmittelbar in diesen Faden über, oft sind unter ihr noch 1—2 auch 3 rundliche Nebenzellen mit Kern zu bemerken, die unmittelbar unter sich und mit der Hauptzelle zusammenhängen und von denen die unterste erst in den bemerkten Faden übergeht. Die Grösse und Form der Flimmerzelle ist, nach dem Orte wo sie her ist, sehr verschieden und wird weiter unten genauer dargestellt werden.

Die Hülle oder Zellenhaut der Flimmerzellen ist äusserst zart und durchsichtig, wird aber später durch den beginnenden und fortschreitenden Verhornungsprocess trübe, bekommt wohl auch ein zart streifiges und granulöses Ansehen. Nach abwärts geht sie in den schon erwähnten Faden über. Der obere Rand der Zelle scheint von einer dichteren Masse gebildet zu sein, denn an ihm bemerkt man gewöhnlich einen dunklen Ring, der auch etwas über den Deckel der Zelle sich zu erheben scheint. Der Deckel selbst ist ein rundliches, sehr zartes Scheibchen, welches noch leichter verletzlich ist als die übrige Zellenwand, was vielleicht darauf beruht, dass die Wand stärker verhornt als dieser Deckel. Wenn eine solche Zelle durch Endosmose Wasser aufnimmt, so wird das Deckelchen und mit ihm der Zellenkern hervorgetrieben. Die Cilien oder Flimmerhaare sind so zarte Gebilde, dass deren genauere Erforschung an der Grenze unseres durch das Mikroskop erweiterten Forschungsvermögens steht. Diese Cilien sind haarförmige, an ihrer Basis etwas stärkere, gegen die Spitze hin ganz fein verlaufende Fäden, von einer gewissen Festigkeit (denn sie sind nie schlaff und locker, sondern straff), welche kreisförmig auf dem oberen Rande aufsitzen und durch ihr unaufhörliches Schlagen in einer Richtung in der umgebenden Flüssigkeit einen Strom erregen. Die Form dieser Cilien wird von den ersten Beobachtern verschieden angegeben, denn während Henle [1]) sagt, sie seien bei Menschen und Säuge-

1) Henle, allg. Anat. p. 245.

thieren breit und platt, am freien Ende quer abgestutzt und abgerundet, und sie demgemäss auch abbildet, so beschreibt sie dagegen Valentin [1]), nachdem er von der Schwierigkeit dieser Untersuchungen gesprochen hat, als spitz verlaufend, wie ein wirkliches Haar. Ich gestehe, dass ich die Ansicht, dass die Flimmerhaare abgestutzt seien, als auf einer Täuschung beruhend betrachte, welche durch die Bewegung der Haare und der umgebenden Flüssigkeit hervorgebracht wird; es streift nämlich die erregte Welle stets an den Spitzen der Cilien hin und indem sich das Licht an der Welle bricht, wird die Spitze des Haares versteckt. Ich glaube wenigstens, stets, auch bei Menschen, z. B. an der Nasenschleimhaut, und bei den Säugethieren spitze Cilien gesehen zu haben. Die Zahl der auf einer Zelle aufsitzenden Cilien beträgt beim Menschen 10—18, ihre Länge auf den im Hirnventrikel vorkommenden 0,00025''', in der Luftröhre und Nase 0,00025—0,00040''' (Valentin). Bei Thieren kommen noch bedentend längere Cilien vor. Die Einsenkung der Flimmercilien in den Rand der Zelle ist schwer wahrzunehmen, da dieser von einem dunklen Ringe gebildet wird, doch hat Valentin bei den langen Cilien auf dem Epithelium der Muschelkiemen bemerkt, dass sich die Basis des Haares noch in die Tiefe der Zellenwand einsenkt, ja bei den Zellen, die während eines Catarrhs mit dem Auswurfe herausbefördert worden waren, glaubt er an dem untern Theile der Cilien ein Knöpfchen, ähnlich einer Haarzwiebel, wahrgenommen zu haben. Eine Structur der Flimmerhaare hat bis jetzt noch nicht entdeckt werden können, denn die Streifen, welche Kölliker bemerkt haben will, dürften leicht auf Täuschung beruhen, auch erwähnt er in seiner neuesten Arbeit über die Cephalopoden Nichts davon. — Der Zellenkern liegt meist in der Mitte der Höhe der Zelle, doch verändert sich die Lage etwas, denn selbst in nebeneinanderstehenden Zellen findet der Kern sich nicht in ganz gleicher Höhe. In Bezug auf die Zellenwand scheint er meistens in der Mitte zu liegen, was man am besten bei einer Ansicht mehrerer Zellen von oben bemerkt; auch der Umstand, dass er, wenn die Zelle Wasser einsaugt, so leicht mit dem Deckel-

---

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. p. 500.

chen aus der Zelle austritt, spricht dafür, dass derselbe wenigstens nur sehr locker an der Wand anhafte. Der Kern selbst ist länglich und mit dem längsten Durchmesser in die Längsaxe der Zelle gestellt. Manche Kerne, wahrscheinlich die jüngern, zeigen ein körniges, dazwischen aber helles Ansehen, andere dagegen, wahrscheinlich ältere, ein gleichmässig trübes Bild. Hier und da sind 1—2 Kernkörperchen zu bemerken. — Der Inhalt der Zelle ist Anfangs klar und wasserhell, wird aber später trübe und körnig, doch kann man nicht bestimmt entscheiden, ob diese Trübung vom Inhalte oder von der Wand herrührt. Denn der Inhalt sowohl als die Wand der Zelle müssen beim Verhornen ihr helles Ansehen verlieren.

Vorkommen des Flimmerepithelium beim Menschen. Auf den *Plexus choroidei* der Hirnventrikel findet sich ein Flimmerepithelium, dessen einzelne Zellen nach Henle eine Höhe von 0,015‴ und eine Breite von 0,0020—0,0025‴ hatten. Die von mir gemessenen, ebendaher entnommenen Zellen hatten eine Höhe ebenfalls von 0,015‴, aber eine Breite von 0,0083‴. Diese Zellen sind äusserst zart, werden durch Wasser sehr rasch zerstört, besonders gehen die Cilien leicht verloren. Ich habe dieselben bei einem Menschen, der sich durch Kehlabschneiden getödtet hatte, zwölf Stunden nach dem Tode gesucht und konnte auf den Zellen nur noch einzelne Flimmerhaare wahrnehmen, doch schwammen mehrere in der Flüssigkeit herum (Fig. 2.). In den ausgebildeten Zellen ist eine gewisse einseitige Form und der tiefstehende dunkle Kern auffällig. — Die Respirationsschleimhaut mit ihren Fortsetzungen. Die Flimmerzellen beginnen hier mit einer scharfen Linie in der Nase, ohngefähr einen Zoll von der Nasenspitze an der Nasendecke und einen halben Zoll von der äussern Nasenöffnung auf dem Boden der Nase, überkleiden die ganze Nasenhöhle mit ihren Nebenhöhlen, setzen sich von da fort auf das blinde Ende des Thränensackes, in den Schlund auf den blinden Sack des Schlundkopfes, auf die hintere Fläche des häutigen Gaumens und in die Ohrtrompete, welche sie von allen Seiten bedecken. In der Mund- und Rachenhöhle grenzt das Flimmerepi-

Fig. 2.

thelium an das Pflasterepithelium, beginnt erst an der Basis der Epiglottis und an den obern Stimmritzenbändern und erstreckt sich von da (nach Henle) bis in die letzten Verzweigungen der Bronchien, doch ist es dann nur schwer zu erkennen. In der obern und untern Augenliedfalte kommt nach Henle[1]) ebenfalls Flimmerepithelium vor. In den weiblichen Geschlechtstheilen von der Mitte des Mutterhalses, durch die Höhle des Uterus, durch die Trompete bis auf die der Tubenöffnung zugewendeten Fläche der Franzen. — Zweifelhaft ist das Dasein des Flimmerepithelium auf der innern Oberfläche des hohlen Riechnervenkolbens bei Embryonen, auch in der Höhlung der ersten Ausstülpung des Gehörnerven glaube ich einigemal Flimmern bemerkt zu haben. Remak[2]) will Flimmern an dem Neurilem gesehen haben. Ueber die Flimmerbewegungen in den Nervenprimitivcylindern haben Valentin[3]) und Gerber[4]) gemeinschaftliche Untersuchungen angestellt, während aber Ersterer sich sehr zweifelhaft über deren Existenz ausspricht, sagt Letzterer: „nur die stärksten Vergrösserungen der besten Mikroskope mit Anwendung des Lampenlichtes lassen diese Flimmerhaare sehen, wie ich mich bei Valentin, der das Phänomen zuerst wahrgenommen, öfters überzeugt habe.“ Auch Bruns[5]) glaubt unter gleicher Vorsicht dieses Flimmern wahrgenommen zu haben, konnte sich aber nicht vollkommen davon überzeugen. Bedenkt man, dass bei dem Liegen der Nervenfasern in einer fremdartigen Flüssigkeit Strömungen entstehen müssen, dass der Inhalt der Nervenfaser bald gerinnt, was ebenfalls ohne Bewegung nicht möglich ist, dass ferner an den Nerven nie eine Spur von Flimmerzellen wahrgenommen werden kann, so muss man mit Henle diese Angaben als auf Täuschung beruhend ansehen.

Ueber die Entwickelungsformen sind noch gar keine zuverlässigen Beobachtungen bekannt, auch über die Entstehung der Flimmerhaare ist das, was Valentin[6]) sagt, noch zu wenig begründet. Auf jeden Fall müssen sich auch diese Zellen nach

1) Henle, Allg. Anat. 246. — 2) *Remak, Observ. anat. mikroskop.* 32. — 3) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 491. — 4) Gerber, Allg. Anat. 89. Anmerk. — 5) Bruns, Lehrb. der allg. Anat. 146. — 6) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. 501.

dem allgemeinen Zellentypus entwickeln. Auch Kölliker[1]) sagt, dass die Flimmerzellen der Cephalopodenembryonen aus der frühesten Zeit ganz den Zellen des Pflasterepithelium gleichen, nur dass sie einen Büschel Flimmercilien tragen. Nicht uninteressant scheint mir die Beobachtung zu sein, welche ich an dem schon obenerwähnten Selbstmörder zwölf Stunden nach dem Tode zu machen Gelegenheit hatte. Indem ich nach den Flimmerzellen auf den Gefässgeflechten der Hirnventrikel suchte und, wie oben bemerkt, sie fand, sah ich auch die hier in Fig. 3. dargestellten Zellen da, wo der *Plexus* in das untere Horn herabsteigt: a. ältere ausgebildete Flimmerzellen, von denen nur die Flimmerhaare zum Theil verloren gegangen sind; b. wahrscheinlich junge Flimmerzellen auch ohne Cilien. Dafür spricht ihre ganze noch abgerundete Form und der grosse Kern, dass es aber Flimmerzellen und nicht Pflasterzellen sind, geht aus dem allmähligen Uebergange der Form von Fig. 3. b. durch a. zu Fig. 2. hervor. Ich habe in der Zeichnung auch die Lage genau beibehalten, in der sie sich mir darboten, ob sie gleich nicht normal ist. Auffallend ist dabei die bedeutende Grösse der jüngern Zellen gegen die ältern. Die jüngern hatten 0,0017''' in der Länge und Breite, während die ältern die oben angegebenen Maase hatten. Ist etwa mit dem Verhornungsprocesse die Verkleinerung der Zellen verbunden? — Man bemerkt aber bei andern Zellen nichts Aehnliches.

Fig. 3.

a.

b.

Lebenserscheinungen der Flimmerzellen. Dass den Flimmerzellen jene allgemeinen Erscheinungen, die sich auf Entwickelung und Wachsthum der Zellen überhaupt beziehen, auch eigen sind, bedarf wohl keiner besondern Erörterung, und der allen Epithelien eigne Verhornungsprocess wird bei dem Pflasterepithelium näher betrachtet werden. Eine merkwürdige Erscheinung an diesen Zellen ist aber das Flimmern, die Flimmerbewegung, *Motus vibratorius.* Dieses Flimmern wird durch eine

---

1) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. 70.

räumlich und zeitig harmonische Bewegung aller eine Fläche bedeckenden Cilien hervorgebracht und der dadurch erregte Strom in der bedeckenden Flüssigkeit geht nach der Richtung der Extension der Cilien. Da die Zellen einer Fläche stets in regelmässigen, geraden oder gebogenen Linien gestellt sind, so wird auch die Strömung ganz gleichmässig über die ganze Fläche sich erstrecken. Man hat auch mehrere Arten der Schwingungen der Cilien unterschieden (Valentin und Purkinje): 1) Die hakenförmige Bewegung, *Motus uncinatus*, wo sich jedes einzelne Härchen gleich einem Finger biegt und streckt. Dieses scheint mir die gewöhnliche und normale Bewegung zu sein. 2) Die trichterförmige Bewegung, *Motus infundibuliformis*, wobei das Haar mit seiner Spitze einen Kreis, folglich mit seiner ganzen Länge einen Kegel beschreibt. 3) Die schwankende Bewegung, *Motus vacillans*, bei welcher das Haar nur pendelartig von einer Seite zur andern schwankt und die gewöhnlich vor dem gänzlichen Stillstande der Bewegung bemerkt wird. 4) Die wellenförmige Bewegung, *Motus undulatus*, entsteht dadurch, dass die Haare wie in Wasser schwimmende Vibrionen sich bewegen. Ohnstreitig auch eine abnorme Bewegung, die kurz vor dem Tode der Flimmerzelle beobachtet wird. Die Zahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit ist sehr schwierig zu beobachten und gewiss nach Thierspecies und Organ, auf denen sie gezählt werden, sehr verschieden. Krause[1]) giebt 190 bis 320 Schwingungen in der Minute an, bemerkt aber nicht, an welchem Theile er die Beobachtung gemacht hat, während Valentin[2]) an den im Wasser flimmernden Kiemen der *Anodonta* nur 100 — 150 zählen konnte. Das Merkwürdigste bei diesen Flimmerbewegungen ist ihre Unabhängigkeit von der Integrität des übrigen Organismus. Diese Zellen flimmern einzeln oder im Zusammenhange mit einigen andern, vom übrigen Körper ganz getrennt, beim Menschen in mittlerer Temperatur und in einem passenden Medium, Schleim oder Blutwasser, noch eine halbe bis zwei und mehr Stunden fort. Bei den niedern Thieren und

---

1) Krause, Hdbch. der Anatomie. I. 130. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 503.

schon bei den Amphibien hält diese Bewegung bis zur völligen Zerstörung der Zellen durch die Fäulniss an, und wenn man das Epithelium gegen das Austrocknen schützt, dauert sie bei Schildkröten mehrere Wochen nach dem Tode fort. Das Nervensystem hat sonach gar keinen directen Einfluss auf die Flimmerbewegung, und das Blutgefässsystem nur in so fern, als von ihm aus das Plasma zur Ernährung an alle Organe und folglich auch an diese Zellen tritt, doch ist dieser Einfluss immer noch sehr beschränkt, da die Zellen so lange ohne neuen Nahrungsstoff fortleben. Kälte ist der Flimmerbewegung warmblütiger Thiere schnell nachtheilig, denn Valentin und Purkinje sahen die Flimmerbewegung in der Luftröhre eines Caninchens bei 6° C. schnell aufhören. — Aus dem Gesagten geht hervor, dass uns die innere Ursache, der Grund der Flimmerbewegung ganz unbekannt ist und es wohl noch lange bleiben wird. Nicht viel besser ist es mit unserer Einsicht in den Nutzen derselben. Bei der ersten Entdeckung dieser Erscheinung war man geneigt, ihr einen mechanischen Einfluss auf die Fortschaffung gewisser Secrete zuzuschreiben, z. B. in den Tuben die Fortschaffung des Saamens bis zu den Eierstöcken, in den Respirationsorganen Herausbefördern des Schleimes u. s. w.; allein was soll in den Hirnventrikeln fortgeschafft werden? was in dem Herzbeutel des Frosches, der auf seiner innern Fläche stark flimmert? Wenn man in Bezug auf die Respirationsorgane annehmen wollte, wie es hier und da geschehen ist, dass die Flimmerbewegung zur steten Erneuerung der nächsten Luftschicht dienen solle, so ist zu erwidern, dass die Flimmerbewegung ihre Wirkung nur bis auf die nächste Schleimschicht ausdehnen kann, auch würden bei der unmittelbaren Berührung mit Luft die Flimmercilien bald austrocknen. — Wir müssen sonach gestehen, dass uns das Wesen und der Nutzen der Flimmerbewegung unbekannt sei und dass wir die Flimmerbewegung selbst ihrer grossen Ausbreitung und ihrer Unabhängigkeit von andern Systemen wegen als ein Urphänomen der thierischen Organisation ansehen müssen.

Anmerkung. Die Litteratur über diesen wichtigen Gegenstand findet man zusammengestellt von Valentin in R. Wagner's Handwörterb. p. 515, wo derselbe einen umfassenden Artikel, „Flimmerbewe-

gung" gegeben hat. Wir machen hier nur auf das classische Werk über diesen Gegenstand von Valentin und Purkinje aufmerksam. *De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvii commentatio physiologica. Vratislaviae.* 1835. 4. Die übrigen wichtigern Abhandlungen sind im Laufe dieses Aufsatzes schon angegeben worden.

§. 67.

Cylinderepithelium. Die einzelne Cylinderzelle gleicht in ihrer allgemeinen Form sehr der Flimmerzelle (Fig. 4.), nur fehlen die Flimmerhaare und der Ring, welcher bei dieser den obern Rand umschliesst. Das Verhältniss der Breite und Länge ist sehr veränderlich, bei einigen ist die Länge in der Breite nur dreimal, bei andern aber sechs- bis zehnmal enthalten. In Bezug auf die Grösse kommen sie im Allgemeinen mit den Flimmerzellen überein, übertreffen sie aber doch leicht. Die Länge der Zellen beträgt im menschlichen Dünndarme 0,0080 — 0,0090‴, die Breite 0,0017 — 0,0024‴. Die Zellen stehen mit ihren Spitzen auf der unterliegenden Schleimhaut und werden, wie die Flimmerzellen, durch eine völlig durchsichtige Intercellularsubstanz, welche zugleich das von den Gefässen des Darmkanales herrührende Nahrungsmaterial ist, so wie durch die gedrängte Stellung in ihrer Lage erhalten. Durch diese gedrängte Stellung platten sich die Seitenwände etwas ab und von oben angesehen bilden auch diese Zellen eine sehr zierliche Mosaik; wo sie dagegen weitläufig stehen, behält die einzelne Zelle ihre runde Form und der Zwischenraum wird durch Intercellularsubstanz ausgefüllt. — Die Zellenhaut ist oft streifig, hat auch nicht selten ein körniges Ansehen und geht nach abwärts in ein spitzes, oft fadenförmig ausgezogenes Ende über. Die obere Wand, das Deckelchen der Zelle, ist nach Valentin [1]) zwar zarter als die Seitenwand, aber

Fig. 4.

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. p. 658.

nicht so empfindlich als bei den Flimmerzellen. Der Grund dieser Zartheit liegt wahrscheinlich auch hier in einer weniger intensiven Verhornung, denn das Deckelchen bleibt immer hell und durchsichtig. — Der Kern ist länglich, oft körnig oder mit zwei bis drei Kernkörperchen versehen. Bisweilen werden auch zwei Kerne bemerkt, die dann, ohne sich zu berühren, in einer Zelle über einander liegen. Bei jüngern Zellen ist der Kern grösser und körnig, bei ältern kleiner und oft trübe. — Der Zelleninhalt ist vom Anfange an hell und durchsichtig, wird aber später, wie die Zellenwand, trübe. Diese Veränderungen sind mit der Verhornung wesentlich verbunden. Das Cylinderepithelium findet beim Menschen seine Hauptausbreitung im Magen und im Darmkanale von der Cardia bis zum After, es senkt sich dabei in die Ausführungsgänge aller Drüsen, in den grössern derselben behält es seine Form bei, in den kleinern dagegen werden die einzelnen Cylinder niedriger, platter, rundlicher und gehen so in das Pflasterepithelium über, Uebergangsepithelium (Henle). Solche Uebergänge finden sich überall da, wo das Cylinderepithelium an das Pflasterepithelium grenzt, daher an der Cardia des Magens, in der Blase und in den Harnleitern. Das Cylinderepithelium findet sich ferner in der männlichen Harnröhre, im *Vas deferens* und in den Saamenkanälchen, auch im Nierenbecken kommt neben Pflasterepithelium noch Cylinderepithelium vor.

Die Entwickelung der Cylinderzellen hat, so weit sie bekannt ist, nichts Ausgezeichnetes. An den Darmzotten des drei und ein halb monatlichen menschlichen Fötus stellen sie schon dicht gedrängte polyedrische Zellen mit grossen Kernen dar, auch bei 4 — 5monatlichem Fötus zeigt sich noch dasselbe Verhalten. Sie gleichen, von der Fläche betrachtet, ganz einem Pflasterepithelium, sind aber nicht platt, sondern sehr dick und lassen sich oft im Ganzen, wie der Handschuh vom Finger, so von der Darmzotte abstreifen und überkleiden alle zwischen den Darmzotten gelegenen Vertiefungen. Die eigentliche cylindrische Form nehmen sie erst im letzten Monate der Schwangerschaft an.

Nutzen. Diese Zellen haben gewiss, ausser dass sie der innern Darmfläche einen schützenden Ueberzug gewähren, bei der Stoffaufnahme eine mehr oder weniger wichtige Rolle zu

spielen. Alles was in die Darmzotte und deren Gefässe eindringt, muss erst durch die Epithelialzellen hindurch, und gleich den Pflanzenzellen geben diese das Empfangene an die nächsten Zellen wieder ab. Dass dieses nicht ohne Einfluss auf die Mischung des Aufgenommenen sei, ist sehr wahrscheinlich, denn da in jeder Zotte ein Lymphgefäss entspringt, welches Chylus abführt, der vorher im Darmkanale nicht da war, also etwas eben Bereitetes, so muss die Umgebung desselben, d. i. die Wand der Zotte, wozu auch das Epithelium gehört, das Bereitende sein. Um nun Raum für recht viele solcher Zellen zu gewinnen, gab die Natur dem Darmkanale nicht allein seine zahlreichen Falten, sondern den Epithelialzellen selbst auch ihre Cylinderform und legte sie in einer einfachen oder wenigstens nicht vielfachen Schicht über einander, denn wo mehrere Schichten über einander liegen, sind die oberflächlichen der Einwirkung des Plasma in etwas entzogen, folglich sinkt das Leben der Zelle und der Stoffwechsel kann nicht so lebendig sein. Vielleicht ist auch die Zartheit des Deckelchens oder der freien Basis der Zelle, so wie das fadenförmige entgegengesetzte Ende der Zelle nicht ohne Bedeutung, ersteres für die Aufnahme, letzteres für die Abgabe des Stoffes.

§. 68.

Das Pflasterepithelium besteht ebenfalls aus Zellen, welche gewisse Oberflächen hautartig bedecken. Die einzelne Zelle hat die bestimmte Bildungsrichtung, in der spätern Zeit ihres Bestehens sich abzuplatten, indem die äussere oder obere und die innere oder untere Wand sich gegenseitig nähern. Die ausgebildeten Pflasterzellen bilden entweder neben einander liegende und eng an einander passende Polygone, oder sie bilden Schüppchen, die sich unter und über einander schieben, gleichsam in einander einkeilen. Es ist auch bei diesen Zellen schwer, mikroskopisch die Zellenwand wirklich nachzuweisen, doch der Analogie nach muss sie vorhanden sein, die bald zu erwähnende Entwickelungsgeschichte dieser Zellen spricht dafür. Bei jungen, noch runden Zellen ist sie äusserst zart, durchsichtig, dem Kerne nahe, wenn ihn auch nicht unmittelbar umgebend. Mit der Verhornung und Abplattung der Zelle wird sie trübe, zeigt unregel-

mässige Linien und hier und da Körner. Der scharf begrenzte Zellenkern scheint selten zu fehlen, füllt bei den jüngsten Zellen diese ganz aus, trennt sich aber bald von der Hülle. Oft ist er granulirt, oft aber auch mit zwei oder drei Kernkörperchen versehen, in der Regel von saturirtem Ansehen und am Rande besonders dunkel. Nach Einwirkung der Essigsäure wird der Kern heller, wohl auch leer, sieht nicht selten einem Blutkörperchen ähnlich. Ist er noch jung, so zerfällt er durch Essigsäure in mehrere Körner, frühere Elementarkörner. Er liegt oft central, nicht selten auch excentrisch. Darüber, ob er stets der Schaale anhängt, konnte ich mir nicht Gewissheit verschaffen; ich glaube es, aus Gründen der Analogie, und Valentin nimmt es auch an. Der Zelleninhalt ist Anfangs hell und klar, mit dem beginnenden Verhornungsprocesse scheint er aber trübe zu werden, es bilden sich wenigstens feine Körnchen, die sich an der Wand der Zelle niederschlagen, auch bekommt diese bisweilen ein streifiges Ansehen, welches als Zeichen einer schichtenweisen Ablagerung aus dem Inhalte gedeutet werden könnte. Mit dem fortschreitenden Verhornungsprocesse schwindet der Inhalt ganz und gar, ja die beiden entgegengesetzten Seiten der Wand legen sich oft so dicht an einander an, dass der Kern auf beiden Seiten der so gebildeten Schuppe eine kleine Erhabenheit darstellt. Die jüngern, noch gar nicht oder nur wenig verhornten Zellen werden von Essigsäure aufgelöst, nur der Kern widersteht länger; die ältern und verhornten Zellen werden aber durch Essigsäure nur heller.

Das Pflasterepithelium ist das verbreitetste. Beim Menschen kommt es vor: 1) auf den serösen Häuten, es bildet deren innerste glatte Schicht und scheint nur in einfacher Lage vorhanden zu sein. Die platten, 3-, 4-, 5- oder 6seitigen Zellen sind musivisch geordnet. Der ovale oder runde Kern mit 1 oder 2 Kernkörperchen ist stets deutlich zu erkennen, nicht aber immer die äussere Begrenzung der Zelle, so dass eine mit solchem Epithelium belegte Fläche das Ansehen gewährt, als ob in einer etwas trüben glasartigen Masse die Kerne eingestreut wären; bringt man nun Essigsäure hinzu, so quellen die Zellen an und ihre Grenzen werden deutlich sichtbar. Die Verhornung erreicht bei

den Zellen der serösen Flächen nie den höchsten Grad, sie bleiben immer noch sehr weich. Der Zweck dieser unvollständigen Verhornung ist wohl der, der Zelle selbst die Möglichkeit des Stoffwechsels und des lebendigen Zusammenhanges mit dem Organismus zu bewahren, da sie in einer eingeschlossenen Höhle nicht gut abgestossen werden kann. Da aber die erste Lage dieser Zellen nicht für die ganze Lebensdauer bleiben kann, so sieht man sich genöthigt, in ihnen eine Ernährung durch Wegnahme und Ersatz der feinsten Molecülen anzunehmen, so dass dieselben Zellen nur scheinbar bleiben. Henle [1]) giebt in der *Dura mater* und in den Synovialhäuten mehrere Lagen von Zellen, ältere und jüngere, in den übrigen serösen Häuten aber nur einfache an. In der Form sind sich die Zellen der serösen Flächen überall gleich, die Grösse derselben ist aber verschieden; die kleinsten sind auf dem Herzen, die grössten auf der hintern Fläche der Hornhaut. Auf der Pleura und dem Peritonäum von 0,0040‴, auf der Arachnoidea 0,0050‴, auf der Synovialhaut 0,004—0,005‴, auf dem *Plexus choroideus* 0,0025‴ (Henle). Fig. 5. von der Bauchhaut, Fig. 6. vom Herzbeutel.

Fig. 5. Fig. 6.

2) Auf der innern Fläche der grössern Blut- und Lymphgefässe. Das Epithelium ist hier dem der serösen Häute sehr ähnlich. In der *Art. cruralis* eines gesunden Mannes fand ich es aus vierseitigen linear an einander gereihten Schüppchen von 0,004—0,006‴ bestehend, äusserst dünn, so dass der Kern eine kleine Hervorragung zu bilden schien (Fig. 7.).

Fig. 7.

In den Capillargefässen werden diese Zellen immer zarter, so dass zuletzt deren Wände entweder nicht mehr vorhanden oder nicht sichtbar sind, und dann erscheinen, wie auch Henle angiebt, die längsovalen Kerne in eine continuirliche dünne Membran eingesenkt. Auch in den grössern Gefässen sind die Grenzen der Zellen nicht immer zu bemerken. Auf den Synovialhäuten kommt ein ähnliches, aus mehreren Schichten kleiner Zellen

1) Henle, Allg. Anatomie. p. 229.

zusammengesetztes Epithelium vor. Auf den Schleimhäuten ist es an einigen Stellen ähnlich gebildet, so am Eingange der Nase und in der Mundhöhle. Im Schlunde stellt es oft eine recht hübsche Mosaik dar. In dem Munde (Fig. 8.) besteht es aus länglichen, rhomboidalischen Schuppen, an denen ein kleiner Kern, bisweilen ein Kernkörperchen bemerklich ist. Die ganze Zelle hat meist ein feinkörniges und etwas gestreiftes Ansehen. Diese Plättchen liegen in mehreren Schichten über einander und bilden an der hintern Fläche des Zahnfleisches eine ziemlich dicke Lage. Solche Anhäufungen nennt Henle geschichtetes Epithelium. Es wird beim Kauen und bei den verschiedenen Bewegungen des Mundes stets abgestossen, findet sich daher stets im Speichel und im Mundschleime. In ganzen, zusammenhängenden Stücken erlangt man bisweilen dieses Epithelium durch Abschaben der innern Mundfläche. In den Hirnventrikeln kommen neben dem Flimmerepithelium auf den Gefässgeflechten auch noch ganz eigenthümliche Formen des Pflasterepithelium vor. Es gehen nämlich von den einzelnen abgerundeten Zellen dünne, fast stachelförmige Fortsätze zwischen die daruntergelegene Zellenlage. Jede dieser Zellen hat auch ausser dem eigentlichen Kerne noch einen eigenthümlichen dunklen Fleck, dessen Deutung sehr schwierig ist. Henle [1]) will ihn über die Zelle hervorragend bemerkt haben, wovon ich nie etwas wahrnehmen konnte. Die Lage dieses Fleckes zum Kerne und der Zellenwand scheint ganz unbestimmt zu sein. Durchmesser der Zellen 0,0055'''. Valentin hat in der Conjunctiva ebenfalls stachliche Epitheliumzellen bemerkt, die ich indess nicht finden konnte und welche, der Abbildung nach, auch ein weit härteres, bestimmteres Ansehen haben, als die erwähnten Zellen aus den Hirnventrikeln. Eine ähnliche Zellenformation hat derselbe [2]) auch an dem Flimmerepithelium der Muttertrom-

Fig. 8.

---

1) Henle, Allg. Anatomie. p. 228. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 654.

pete beobachtet. Solche stachliche Fortsätze scheinen daher nicht blos an den Pflasterzellen in der Nähe von Flimmerepithelium, sondern auch an diesem selbst vorzukommen.

Die meisten dieser Epithelien scheinen periodischen, mehr oder weniger regelmässigen Abschuppungen unterworfen zu sein. So schuppt sich das Epithelium des Mundes fast stets, das des Magens bei jeder Verdauung, das des Darmkanales ebenfalls sehr oft, das des Uterus bei jeder Menstruationsperiode ab und mit dem Harne werden stets Epitheliumblättchen ausgeleert. Diese Abschuppung wird in manchen Krankheiten, namentlich in Hautkrankheiten, krankhaft vermehrt und insbesondere scheinen die rosenartigen Entzündungen dazu zu disponiren. So fand Simon[1]) in dem Urine eines Scharlachkranken während der Abschuppungsperiode viel Epithelium.

§. 69.

Von dem Pflasterepithelium ist die Bildung der Epidermis nicht wesentlich verschieden. Auch die Epidermis oder äussere Oberhaut besteht aus verhornten Plättchen, welche in einander geschoben, sich von der äussern Schicht stets abstossen und von innen immer wieder neu erzeugen. Der Verhornungsprocess erreicht hier eine bedeutende Ausbildung, denn die Schüppchen werden ganz undurchsichtig, lassen keinen Kern mehr bemerken, sei dieser nun geschwunden oder nur unsichtbar, sie sind spröde, daher findet man in der von selbst sich abstossenden Epidermis nur Fragmente der Schüppchen und nur selten ganze Schuppen. Die Epidermis bedeckt bekanntlich die ganze Cutis, senkt sich in alle drüsenartige Einstülpungen derselben ein, wird dabei nur feiner und zarter und stösst an den natürlichen Oeffnungen unmittelbar an das Epithelium der Schleimhaut. An denjenigen Stellen der Haut, welche oft und anhaltend äusserm Drucke ausgesetzt sind, erlangt die Epidermis eine bedeutende Mächtigkeit, so bei Handarbeitern in der Hohlhand, bei Läufern an den Fusssohlen, bei Webern an den vordern Darmbeinstacheln u. s. w. Ferner scheint

---

1) Simon, Beiträge zur physiol. u. pathol. Chemie u. Mikroskopie. I. 23.

die Dicke der Epidermis noch vom Alter, vom Geschlechte, vom Temperamente, von der Constitution und von der Lebensweise abzuhängen. Beim Kinde, beim weiblichen Geschlechte, bei sanguinischem Temperamente und bei nervöser Constitution scheint die Epidermis eine dünnere, zartere Schicht als im entgegengesetzten Verhältnisse zu bilden. — Eine krankhafte Vermehrung der Epidermis sehen wir in der *Pityriasis*, dem *Herpes furfuraceus* und *squamosus*, in der *Tinea squamosa* und in der *Ichthyosis*. Ein ganz auffälliges Beispiel hornartiger Schuppenbildung, ja dicker hornartiger Erhebungen gaben die sogenannten Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert [1]).

Ueber die Entwickelung der Epidermis beim Erwachsenen aus Zellen sind schon öfters Beobachtungen von Schwann, Henle u. A. mitgetheilt worden. Was eigne Untersuchung lehrte, ist zum Theil schon bei der Zellengenesis angegeben worden; es bleiben uns hier nur noch die letzten Stadien dieser Entwickelung zu betrachten übrig.

Nachdem der Kern durch Anhäufung von Elementarkörnern, Verschmelzen derselben und Umhüllen mit einer Membran dargestellt ist, erhebt sich von demselben die äusserste Schicht als eigentliche Zellenmembran oder Hülle (Tab. I. Fig. 2.), doch entfernt sie sich nicht weit von dem Kerne, so dass sie immer fast ganz von demselben ausgefüllt wird. Der Unterschied zwischen beiden ist daher auch nur bei gedämpftem Lichte und überhaupt nicht bei allen Zellen deutlich zu bemerken. Das Kernkörperchen schwindet dabei in mehreren Zellen (Fig. 2. c.). Sobald die Zelle durch die nachfolgende Generation gehoben wird, erweitert sie sich scheinbar, indem sie schon anfängt sich abzuplatten, der Kern schrumpft wegen beschränkten Stoffwechsels ein, wird dabei dunkler und sichtbarer (Fig. 2. b.). Im Fortschreiten dieses Processes ändern die Zellen ihre Form in eine mehr ovale um. Der Inhalt und die Hülle trüben sich, daher der Kern nicht überall gleich gut zu bemerken ist. Das zwischen den Zellen befindliche Plasma wird consistenter und verbindet dieselben zu

---

1) Tilesius, Ausführliche Beschreibung der beiden sogenannten Stachelschwein-Menschen. Altenburg. 1802. Fol.

einer weichen, sehr feuchten, sich leicht in einzelne Stücke trennenden Membran (Tab. I. Fig. 3.). In der nächsten Bildungsperiode (Fig. 4.) wird die Zelle nun schon sehr platt, schuppenartig und der Kern tritt wieder, da der getrübte Inhalt nun ganz geschwunden ist, deutlich als dunkler Punkt hervor. Dabei bemerkt man an den meisten Schuppen Streifchen und Schatten, die sich fast als Fältchen darstellen. Das Ganze ist jetzt durch ein festes Bindemittel hautartig verbunden und kann in grössern Stücken von der Cutis entfernt werden. — In der letzten Periode endlich, kurz vor dem Abschuppen (Fig. 5.), sind die einzelnen Plättchen sehr dünn und brüchig geworden, haben unebene, bisweilen selbst zackige Ränder bekommen, der Kern ist durch völliges Eintrocknen fast überall geschwunden und nur hier oder dort ist noch eine schwache Spur davon zu bemerken. Da in dieser und schon in der vorigen Periode aller Stoffwechsel in den Zellen aufgehört hat, das sie verbindende Plasma durch Abdunsten der Feuchtigkeit immer trockner und fester geworden ist, so stellt das Ganze nun eine trockne, durchscheinende, leicht brechende Hornschicht dar. Bei dem Brechen löst sich aber nicht Zelle von Zelle, sondern der Bruch geht gerade durch, wie es eben die Biegung und Faltung der Haut mit sich bringt, daher in abgeschuppten Fragmenten der Oberhaut selten ganze Schüppchen, meist nur einzelne Stückchen derselben zu sehen sind. Wir sehen auch hier, wie bei allem Organischen, dass durch die eigne Thätigkeit der eigne Tod vorbereitet wird.

Die Ernährung der Epithelien und der Epidermis geht, eben so wie die Bildung und die Ernährung aller Gewebe, von dem Plasma oder Blutserum aus. Wie alle Gewebtheile nur dadurch wachsen und sich ernähren, dass sie aus dem ihnen zugeführten Plasma die Stoffe sich aneignen, welche für sie, man möchte sagen nach ihrer individuellen Natur, nöthig sind und diese nach einer bestimmten Idee verändern und formen, so geschieht es auch von den Zellen der Epithelien und der Epidermis. Eben aber in der eigenthümlichen Umänderung der aufgenommenen Stoffe in Keratin liegt auch schon der Grund des Absterbens der Zelle, denn nur so lange als durch die Wand der Zelle noch Stoffwechsel möglich ist, wird sie sich im lebendigen Zu-

sammenhange mit dem übrigen Organismus erhalten, später kann sie zwar noch durch ein Bindemittel, die Intercellularsubstanz, mit den unterliegenden Zellen und so mit dem ganzen Körper in mechanischem Zusammenhange erhalten werden, aber ein Stoffwechsel findet nicht mehr statt. So sehen wir es an den Nägeln, Hufen, Hörnern u. s. w. An andern Stellen, so an der äussern Oberfläche des Körpers und in den offenen Höhlen, wird aus genannten Ursachen die oberflächlichste Schicht der verhornten Zellen stets oder von Zeit zu Zeit abgestossen. Die Periode des Abstossens scheint von der periodisch erhöhten Thätigkeit der Organe abzuhängen. Da die Epidermis sich nicht allein in die kleinen Fältchen und Drüschen der Cutis einsenkt, sondern bis in die Vertiefungen zwischen den kleinen Hautpapillen hinabreicht, so dass sie die tiefern Schichten dieser Papillen wie ein Abguss ganz umhüllt, so erhält sie, wenn sie in zusammenhängenden Stückchen von der Haut getrennt wird, auf ihrer innern oder untern Fläche theils ein faseriges Ansehen, welches von den Fortsetzungen der Oberhaut in die Hautdrüsen herrührt, theils ein fein siebförmig durchlöchertes, von den in den untern Schichten steckenden Papillen der Haut, die dann meistens mit abreissen und in der Epidermis stecken bleiben. Da sich bei solchem Abziehen der Oberhaut die festen, schon verhornten Zellen von den jüngern, weichen, noch nicht verhornten und mit einander noch nicht fester zusammenhängenden Zellen trennen, so bleiben letztere mit dem Plasma als eine weiche, schleimartige Schicht zwischen den Papillen der Haut liegen und stellen das sogenannte *Rete Malpighii* dar; dieses ist also weiter Nichts als die jüngste Lage der noch nicht verhornten Zellen der Oberhaut, die aber schon in mehreren hier in stärkern, dort in schwächern Schichten über einander liegen. Da die eigentliche feste Epidermis nur aus verhornten Zellen besteht, so kann sie fernerhin nicht mehr ernährt, sondern nur abgestossen und durch immer nachfolgende neue und verhornende Zellen ersetzt werden.

Noch müssen wir hier der Haut des Negers gedenken und untersuchen, wie die dunkle Farbe derselben zu Stande kommt. Dass die Hautfarbe nicht in der eigentlichen Cutis liegt, ist allge-

mein bekannt, denn diese ist bei allen Menschen gefässreich und roth von Farbe. In der Epidermis, als einer fast nicht mehr mit dem Körper organisch zusammenhängenden Schicht verhornter Zellen glaubte man den Grund auch nicht suchen zu können, um so weniger, als die zufällig oder absichtlich getrennte Oberhaut eines Aethiopen nicht schwarz, sondern grau aussieht, und so geben sie auch Haller [1]), Malpighi [2]), Ruysch [3]), Bichat [4]), Cruikshank [5]) und Heusinger [6]) an, während Leeuwenhoek [7]) und Rudolphi [8]) sie schwarz nennen. Da alle Beobachter fast ohne Ausnahme die Epidermis des Aethiopen grau nennen, also mehr oder weniger dunkel gefärbt, so muss der Grund ihrer Färbung in ihr selbst, aber nicht in ihren alten verhornten, sondern in den jungen, noch lebensfrischen Zellen liegen, deshalb setzen denn auch fast alle Beobachter den Ort der schwarzen Färbung in das Malpighi'sche Netz, nur meistens mit dem Bemerken, dass es in diesem Netze oder zwischen ihm und der Epidermis eine besondere Schicht Pigmentzellen gebe. Hören wir eine in der Histiologie allgemein anerkannte Autorität, Henle [9]), welcher sagt, nachdem er früher die Vermuthung ausgesprochen hat, dass die Pigmentzellen auch Zellen der Oberhaut sein könnten: „Die Epidermis löst sich nie vollkommen rein von dem *Rete* ab, immer bleiben grössere und kleinere mehr oder minder zerstreute Flecken vom Pigmente an ihrer hintern Seite haften, namentlich an solchen Stellen, wo die Cutis eine sehr unebene Oberfläche hat. Je nach der Menge des anhängenden Pigmentes ist sie schwarz oder grau.“ Ferner: „Was man von der Haut des Negers als *Rete Malpighii* abzieht, sind nicht einmal Theile der Oberhaut, sondern eine Pigmentschicht, welche

1) *Haller, Element. physiol. V.* 19. — 2) *Malpighi, Opp. T. II. Epist. anat. p.* 15. *de ext. tact. organo.* 16. — 3) *Ruysch*, (Nach Henle, *Curae renovat. Nro.* 59. 87.) *Opp. omnia. Vol. I. Adversar. anat. Decas tertia. p.* 26. *Amstelodami.* 1744. 4. — 4) Bichat, Allg. Anat. von Pfaff. II. 2. Abthlg. 256 u. 257. — 5) Cruikshank, Unmerkliche Ausdünstung. p. 2. — 6) Heusinger, Ueber Kohlen- u. Pigmentbildung. p. 14. u. Syst. d. Histol. p. 149. — 7) *Leeuwenhoek, Opp. omnia. III.* 80. — 8) Rudolphi, Verhandlungen der Berliner Akad. 1814—1815. p. 177. — 9) *Henle, Symbolae ad anat. villor. intest. p.* 6. u. Allg. Anat. p. 236. Text u. Anmerk.

zwischen Epidermis und Cutis ausgebreitet ist und bei weisser Hautfarbe fehlt.“ — Erinnern wir uns aus der Entwickelung der Oberhaut, dass sie aus Zellen hervorgeht, welche in dem auf der äussern Fläche der Cutis austretenden Plasma entstehen, so muss man wohl glauben, dass die unmittelbare Auflagerung der jungen Zellen der Epidermis auf der Cutis zur Bildung der Epidermis wesentlich und nothwendig sei, ja man kann sich keine Ernährung, keinen Ersatz der Epidermis anders als von der Cutis denken. Nun soll aber bei den Negern noch eine besondere Schicht Pigmentzellen zwischen Cutis und Epidermis liegen, welche mit letzterer Nichts gemein hat. Da entstehen nothwendigerweise die Fragen: Wie entsteht unter solchen Umständen die Epidermis? wie ersetzen sich die abgestossenen Schüppchen? wo werden die jungen Zellen gebildet? — Diese jungen Zellen könnten sich nicht auf der Cutis, sondern nur auf der Pigmentschicht bilden, denn wie sollten die schon gebildeten Zellen sich durch die Pigmentschicht hindurchdrängen? also auf der Pigmentschicht. — In welchem Verhältnisse stehen dann diese Pigmentzellen zu dem Plasma, aus dem sich die Epidermiszellen gestalten? Ich gestehe, dass mir die Sache einen innern Widerspruch zu haben schien und untersuchte sie selbst an einigen im Dresdner anatomischen Cabinete aufbewahrten Stücken. Ich fand Folgendes. Es ist richtig, was Henle sagt, dass man die Epidermis selten ohne anhängende Pigmentstücken entfernen kann, doch giebt eine genauere Untersuchung auch die Ueberzeugung, dass es gar nicht anders sein kann, da die jungen Zellen der Epidermis des Aethiopiers keinen ungefärbten, sondern einen hellbraunen Inhalt haben; da nun stets mehrere oder selbst viele solcher Zellen über einander liegen, so muss eine mehr oder weniger dunkle Färbung entstehen, sobald aber die Verhornung und Abplattung beginnt, geht der gefärbte Inhalt zum Theil verloren und das zurückbleibende Hornschüppchen erhält eine graue Farbe. Diese jungen Zellen der Aethiopen-Epidermis haben ganz dasselbe Ansehen und dieselbe Grösse wie die Epidermiszelle der Weissen, die Färbung ist bei der einzelnen Zelle unbedeutend. Betrachtet man nun bei 240maliger Vergrösserung eine der tiefsten Schichten, in welcher gewöhnlich die obersten Theile der Hautpapillen hängen

bleiben, so erscheint sie fast netzförmig, nämlich in den Vertiefungen zwischen den Papillen liegen die jungen Zellen in grösserer Anzahl über einander und bilden so ziemlich dunkle Ringe, innerhalb welcher man entweder gar keine Zellen sieht, wenn die Schicht so tief entnommen ist, dass durch die Wegnahme der höhern Schichten auch die Spitzen der Papillen mit entfernt werden, oder wenn die zu betrachtende Schicht nur wenig dicker und oberflächlicher ist, hellere, ja gelbe Zellen ganz deutlich und ohne allen Zweifel wahrnehmbar sind. Geht man nun an oberflächlichere Schichten der dicken aber weichen Epidermis, so findet man dieselben Schüppchen wie bei der weissen Haut, da aber der färbende Zelleninhalt fehlt, so sind sie mehr grau, und nie so rein weiss wie bei dem Europäer; durch Maceriren in Essigsäure wird in ihnen eben so deutlich ein Kern sichtbar, als in denen von Letzterem. Was die Natur des färbenden Stoffes anbetrifft, so besteht dieser nicht in körnigem Pigmente, wie in den Pigmentzellen der Choroidea u. s. w. [Henle [1])], sondern jede Zelle ist gleichmässig gefärbt, dabei durchscheinend, denn sonst könnte die schwarze Färbung nicht durch das Dasein vieler solcher Zellen bedingt sein; nur erst wenn die Zellen sich abplatten, verhornen und eine mehr oder weniger graue Färbung annehmen, tritt hier und da ein feinkörniges Ansehen auf, gerade wie in den Epidermiszellen der Europäer. Beständе das färbende Princip in einem solchen körnigen Pigmente wie in den Augen, so würde eine einfache Lage Pigmentzellen hinreichen, um eine schwarze Färbung zu verursachen. Noch kann man darauf aufmerksam machen, dass die Negerkinder bei der Geburt weiss sind und dass unzählige Uebergänge von der weissen Hautfarbe zu der schwarzen bestehen und folglich bei der letztern nicht wohl ein eigenes Färbeorgan oder eine eigene, besonders construirte Pigmentlage anzunehmen sei. Die Ursache der schwarzen Hautfarbe der Aethiopen liegt also in dem gefärbten Inhalte der jungen Epidermiszellen in dem *Rete Malpighii.*

Nutzen. Die Epidermis ist als Horngebilde zunächst eine schützende Decke für die Haut gegen die nachtheiligen Einflüsse

1) *Henle, Symbolae ad anat. villor.* 6.

der Feuchtigkeit, der Kälte, der Elektricität, des Luftzuges, so wie gegen manche schwächere mechanische Einflüsse. So dicht auch die Epidermis ist, so erlaubt sie doch den Ein- und Austritt gasförmiger wie tropfbarer Stoffe, so dass nicht allein im gewöhnlichen Zustande in der Haut ein der Respiration ähnlicher Process vorgeht, sondern in Krankheiten auch critische Ausleerungen und Aufnahme von Medicamenten stattfinden kann. Mehr davon in der speciellen Physiologie der Haut.

§. 70.

Die **Nägel** sind die bekannten Hornplatten auf der Rückseite der äussersten Finger- und Zehenglieder, deren äussere Beschreibung in die descriptive Anatomie gehört. Ihrem Gewebe nach bestehen sie aus stark verhornten, platten Zellen, die durch eine noch wenig gekannte Zwischensubstanz fest verbunden sind. Diese feinere Structur kann man selbst durch das Mikroskop nicht ohne vorgängige chemische Präparation des Nagels wahrnehmen, denn feine vom Nagel abgeschabte Spähne geben kein deutliches Bild, und Quer- oder Längsschnitte zeigen oft eine Menge feiner Spalten und Risse, die durchaus nicht natürlich, sondern durch das Schneiden selbst entstanden sind. Man nahm dieselben früher als ein Zeichen der lamellösen Structur des Nagels an. Die Nagelsubstanz des Menschen in der eigentlichen Hornlage ist eine durchaus gleichmässige, compacte, durchscheinende, im Ganzen elastische Masse, die weder in Wasser, noch in Weingeist, noch in Aether auflöslich ist, von stärkeren Säuren [1]) erweicht, von ätzenden Alkalien aufgelöst wird. Die erweichende Eigenschaft der Säuren benutzt man, um dadurch das Gewebe des Nagels sichtbar zu machen; **Valentin** [2]) schlägt dazu Schwefelsäure vor, doch längeres Digeriren in Essigsäure scheint nur die Intercellularsubstanz aufzulösen, denn die Nagelschüppchen werden dadurch sehr deutlich sichtbar und in keiner Art angegriffen. Die Essigsäure scheint einen Proteinkörper aufzulösen, denn durch Zusatz von Wasser wird eine Trübung in der zu diesem Zwecke benutzten Essigsäure erzeugt, und

---

1) Vergl. Berzelius, Thierchemie. 4. Aufl. p. 377. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. p. 768.

da sich die Hornzellen auch nur aus dem Plasma bilden, so kann die Intercellularsubstanz ursprünglich auch nur eine Lösung von Eiweiss und Faserstoff sein. Betrachtet man ein so vorbereitetes Stückchen aus der eigentlichen Nagelsubstanz (Tab. I. Fig. 16.), so erscheinen sehr dünne, durchscheinende, meist vierseitige Plättchen von $\frac{1}{340}$ bis $\frac{1}{170}$''', wenn es von der Wurzel oder von der untern Schicht entnommen, von $\frac{1}{125}$ bis $\frac{1}{85}$''', wenn es von der Spitze oder von der obern Schicht des Nagels gewonnen war[1]; die Ränder sind uneben, oft zackig, schicken auch wohl zackige Fortsätze aus, in dem Plättchen selbst bemerkt man Fältchen, Streifen und feine Körnchen ohne bestimmte Ordnung, und in den meisten Fällen einen mit dunklen Conturen umgebenen Kern, nicht selten mit Kernkörperchen. Diese Plättchen sind linear an einander gereiht und durchgängig, man mag ein Stückchen Nagel hernehmen wo man will, gleichmässig fest und innig, theils durch die zackigen Ränder, theils durch eine Zwischensubstanz verbunden; nirgends findet man eine Spur von Trennung in mehrere Lamellen. Verfasser kann daher die Ansicht Malpighi's, Gurlt's, Schwann's und Henle's nicht theilen, sondern muss sich E. H. Weber und Valentin anschliessen, welche ebenfalls eine gleichförmige Structur des Nagels annehmen. Von dieser eigentlichen Nagelsubstanz ist die unterste Lage des Nagels wohl zu unterscheiden, nämlich diejenige, welche die schon längst bekannten Leistchen auf der untern Fläche des Nagels darstellt. Diese Leistchen gehen von einer eigenen, sogleich näher zu bestimmenden Substanz aus und sind Fortsetzungen derselben, welche bekanntlich in ähnliche Leistchen der unterliegenden Cutis eingreifen. Dieselben fangen an der Wurzel des Nagels an dem Rande der Lunula an, sind Anfangs schmal, werden in ihrem Laufe nach vorwärts etwas breiter, divergiren auch ein wenig. Unter dem Mikroskope bemerkt man an dünnen Längs- und Querschnitten ganz deutlich, dass das diese Masse bildende Gewebe von dem Nagelgewebe ganz verschieden ist, dass es sich ziemlich scharf von demselben absetzt und sehr leicht von demselben getrennt werden kann. Das Gewebe besteht aus Fasern oder Cylindern

1) Krause, Hdbch. d. Anat. I. 135.

von $\frac{5}{800}'''$ (Tab. I. Fig. 17. a.), welche von der untern Nagelfläche aus nach abwärts in der Leiste laufen und am Ende oder untern Rande derselben blind zu endigen scheinen. Es war mir nicht möglich zu unterscheiden, ob sie hohle Röhren oder solide Cylinder sind; einigemal glaubte ich am abgerissenen Ende ein offenes Lumen wahrnehmen zu können, jedoch blieb ich sehr in Ungewissheit über die Wahrheit des Gesehenen, da ich an andern abgerissenen Fasern etwas Aehnliches nicht fand, sondern vielmehr ein Spalten in feinere Fasern wahrzunehmen glaubte. Ebenso dunkel ist mir der Verlauf und die Endigung dieser Fasern nach aufwärts geblieben, sie verstricken sich so durch einander, dass ein Verfolgen der einzelnen Fasern unmöglich ist. An dem Längsdurchschnitte bemerkt man, dass die Fasern in dem Leistchen nicht gerade nach abwärts, sondern schräg nach abwärts und rückwärts verlaufen. An einzelnen längern, aus der Verbindung mit den übrigen herausgerissenen Fasern waren in ziemlich weiter Entfernung von einander Kerne aufgelagert. Gegen den eigentlichen Nagel hin hängen alle diese Leisten mit einander zusammen, so dass auch die Fasern der einen mit denen der andern zusammenkommen mögen (b), und so stösst eine ununterbrochene dünne Platte an die untere Fläche des eigentlichen Nagels (d), doch nicht mit einer ebenen, sondern mit einer gefurchten Fläche, weil über jeder Leiste das Gewebe derselben eine sanfte Erhebung bildet, wodurch an Querdurchschnitten eine solche bogenförmige Erhebung an die andere stösst (c) und folglich seichte Furchen von der Wurzel des Nagels nach vorwärts verlaufen. An einem mittelgrossen Nagel zählte ich 60, an einem andern 83 solcher Leistchen. Dieselben sind an der Wurzel, an der Lunula $\frac{1}{16} - \frac{1}{14}'''$, in der Mitte und an dem vordern Ende des Nagels $\frac{3}{20} - \frac{7}{20}'''$ hoch. Was die chemische Natur dieser Leistchen anbetrifft, so halte ich sie auch für wahre Hornsubstanz, denn sie werden von Wasser, Weingeist, Aether und Essigsäure nicht aufgelöst, wohl aber von kaustischem Kali.

Die Entwickelung des Nagels. Im dritten Monate ist das Gewebe des Nagels von den umgebenden Theilen kaum zu unterscheiden, denn obgleich der Falz für denselben deutlich markirt ist, so besteht er doch ebenso wie seine Umgebung aus

zarten Zellen. Im vierten Monate haben sich die oberflächlichsten Zellen deutlich abgeplattet und sind, da die Verhornung nun ziemlich weit vorgeschritten ist, schon fest, doch ist die Lage derselben noch so dünn, dass der Nagel nur als ein zartes, weiches Hornplättchen erscheint. Im fünften Monate bildet sich die eben betrachtete Unterlage des Nagels, welche an Querdurchschnitten als aus halbkugeligen Erhabenheiten bestehend erscheint und bei 310maliger Vergrösserung das Ansehen giebt, als ob diese halbkugeligen Erhabenheiten aus lauter birnförmigen Körperchen, Zellenkernen, zusammengesetzt wären. Von nun an entwickeln sich die einzelnen Leistchen immer mehr. Die Kerne, welche diesen Gebilden zur Grundlage dienen, nehmen an Menge ab und dafür treten die eigenthümlichen Fasern auf (Tab. I. Fig. 18). Zugleich greifen die Leistchen immer tiefer zwischen die von der Cutis aus sich entwickelnden und entsprechenden Leistchen ein. So wie diese Unterlage des Nagels sich bildet, findet man auch, dass der ganze Nagel verhornt ist. Von dieser Zeit an sind keine wesentlichen Veränderungen mehr zu bemerken. Bei den Hufen der Einhufer und Wiederkäuer ist eine ähnliche Entwickelung zu verfolgen.

Das Wachsthum des Nagels ist von jeher schwierig einzusehen gewesen, doch ist die Beobachtung, dass der Nagel hauptsächlich von hinten nach vorn wachse, sehr alt, denn sie bot sich bei jeder Färbung oder Verletzung desselben dar. Die Schwierigkeit der Einsicht wurde dadurch herbeigeführt, dass man eine Zunahme der Nagelmasse an der untern Fläche annahm. Es war nun schwer zu begreifen, wie die von hinten vorkommende Portion sich mit der von unten kommenden vereinige, ohne dass der Nagel eine sehr bedeutende Dicke bekomme. Lauth [1]) suchte sich dadurch zu helfen, dass er annahm, die Nagelmasse werde hauptsächlich an der Wurzel und weniger auf der sogenannten Matrix des Nagels ausgeschieden. Henle [2]) theilte diese Ansicht und modificirte sie nach dem neuern Stande

1) Lauth, Hdbch. d. pract. Anat. I. 383. — 2) Henle, Allg. Anat. 274.

der Histiologie. Gurlt[1]) ist ähnlicher Meinung und Schwann[2]) bringt noch das Flacherwerden der Zellen bei dem Verhornungsprocesse mit in Anschlag. Aber alle diese Ansichten heben die Schwierigkeiten noch nicht, die sich entgegenstellen. Besonders bleibt es unerklärlich, wie der Nagel so fest auf der Matrix haften kann, dass er bedeutenden mechanischen Einflüssen widersteht, wenn er von dieser junge Zellen und Plasma empfängt und nur durch dieselben mit ihr verbunden ist. — Nach unsern schon angegebenen Beobachtungen und der daraus gebildeten Ansicht kann der Nagel nur an seiner Wurzel, d. h. von seinem hintern Rande bis zur vordern Grenze der Lunula, neuen Zuwachs bekommen, denn nur hier liegt der Nagel auf der plasmagebenden Cutis auf, und folglich können auch nur hier neue Zellen für ihn gebildet werden, die, Anfangs weich, nach vorwärts geschoben werden, sich dann abplatten und ganz verhornen. Im Bereiche der Nagelwurzel sind die hintern und untern Schichten stets von jungen Zellen, die vordern und obern dagegen von schon verhornten Zellen oder Plättchen gebildet. Vor der Lunula aber erhalten sie keinen Zuwachs mehr, sondern sie werden nur von den nachfolgenden Zellen und Plättchen vorwärts geschoben. Wie kommt es nun aber, dass, da die Zellen sich abplatten, also bedeutend dünner werden, der Nagel nicht dünner wird? weil in der Nagelwurzel die Bildung neuer Zellen rascher vor sich geht als die Abnutzung des Nagels vorn, daher derselbe bis zur Lunula an Dicke zunimmt, dann aber fast plötzlich die bleibende Dicke annimmt. In Längsdurchschnitten des Nagels findet man bisweilen schief aufsteigende Streifen, diese rühren von der Bildung des Nagels in seiner Wurzel her, indem dort die von hinten zuwachsenden Zellen durch die von unten kommenden vorgeschobenen erhoben, einmal aber bis an die Lunula vorgerückt, von den nachfolgenden Zellen und Plättchen vorwärts geschoben werden. Es besteht also das bis jetzt für den ganzen Nagel angenommene Verhältniss des Wachsthums und der Ernährung nur in dessen Wurzel, der eigentliche Nagel bleibt gleich stark. Auch patho-

1) Gurlt, in Gurlt u. Hertwig's Magazin der gesammten Thierheilkunde. 1836. II. 204. Vergl. auch daselbst Tab. II. Fig. 2. — 2) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen u. s. w. p. 90.

logische Zustände sprechen für unsere Ansicht. Denn wird der Nagel zerstört, z. B. durch Quetschung, so bedeckt sich zwar die ganze Fläche mit einer dünnen hornartigen Schicht, d. i. der beschriebenen eigenthümlichen Bildung, der eigentliche Nagel aber erhebt sich als eine bogenförmige Wulst an der Nagelwurzel und wächst von hier aus nach vorwärts.

An diesem Vorwärtswachsen des Nagels scheint die Unterlage keinen Antheil zu nehmen, da man an der untern Fläche der freistehenden Nagelspitze keine Leistchen findet. Dazu kommt noch die Analogie mit dem Pferdehufe. An der Hufwand findet sich nämlich ein ähnlicher aus Blättern construirter Theil, der offenbar zur Befestigung des Hufes dient, der aber durchaus nicht mit vorwärts wachsen kann, da er von der Hufsohle daran verhindert wird. Denn diese Blätter können doch unmöglich sich durch die harte Sohle hindurchdrängen.

Das Verhältniss des Nagels zur Oberhaut. Eine bekannte Sache ist es, dass die Epidermis an der Wurzel und an der Seite des Nagels eine Einstülpung bildet, den sogenannten Nagelfalz, keineswegs aber ist das Verhältniss dieser beiden Theile zu einander genau erforscht. Einige nehmen an, die Oberhaut gehe über die äussere Fläche des Nagels weg, wie Béclard [1]) und einige Aeltere; Andere meinen, die Oberhaut schlage sich um den hintern Rand des Nagels bis auf die untere Fläche um und überkleide diese, so Heusinger [2]), Lauth [3]), Gurlt [4]), Krause [5]), Arnold [6]) u. A. Wenn die Oberhaut sich als solche, d. h. mit verhornten Zellen, um den hintern Rand des Nagels umschlagen soll, so sieht man nicht ein, wie von dieser Stelle aus der Nagel wachsen soll; Lauth sah schon diesen Einwurf ein und meinte, sie bilde zugleich die unterste Schicht des Nagels. Allein nach dem was wir über die tiefere Nagelplatte

1) Béclard, *Addition à l'anat. générale. Paris.* 1821. *p.* 277. — 2) Heusinger, System der Histologie. I. 150. — 3) *Lauth, Mém. sur divers points d'anat. p.* 4. und Neues Hdbch. der pract. Anat. Stuttgart. 1835. I. 382. — 4) Gurlt, in Gurlt u. Hertwig's Magazin der gesammten Thierheilkunde. 1836. II. 201. seq. — 5) Krause, Hdbch. der menschl. Anat. I. 135. — 6) *Arnold, Icon. anat. fasc. II. Tab. XI. Fig.* 19. 20.

gesagt haben, ist auch dieses nicht möglich. Nach eigenen Untersuchungen müssen wir annehmen, dass die Epidermis an dem Nagelfalze sich umschlägt, auf die Nagelwurzel sich auflegt, mit dieser verwächst, sich aber doch bis an deren hintern Rand verfolgen lässt, nun aber ganz mit derselben verschmilzt, so dass der Nagel eigentlich eine Fortsetzung derselben ist. Die Nagelwurzel steckt aber nicht allein in dieser Einstülpung der Epidermis, sondern auch das Corium selbst macht eine tiefe Furche, in welcher die Wurzel steckt.

Der Nutzen des Nagels ist ein rein mechanischer Schutz gegen eine Menge äusserer Einflüsse. Die ganze Finger- oder Zehenspitze erhält durch das Dasein des Nagels eine grössere Festigkeit, da ihnen dieser noch eine besondere Lehne oder Stütze gewährt; zugleich werden dadurch die Nägel für die Fingerspitzen als Tastorgane von Wichtigkeit, da sie beim Zufühlen einen bestimmten Gegendruck ausüben, wodurch wiederum ein schärferer Eindruck des zu fühlenden Gegenstandes auf die Gefühlsnerven ermöglicht wird. Was nun den besondern Nutzen der untern Nagelplatte anbetrifft, so ist mir derselbe noch keineswegs ganz klar. Doch soviel scheint sicher, dass sie durch das Eingreifen ihrer Leisten in die entsprechenden Leisten der Cutis die Befestigung des Nagels an die Cutis vermitteln. Eine andere bis jetzt schwer oder gar nicht zu beantwortende Frage ist die: wie wird der eigentliche Nagel auf dieser Unterlage befestigt? Wenn die untere Schicht oder der Nagelhaft, wie man sie in Bezug auf ihren unzweifelhaften Nutzen nennen könnte, aus Cylindern besteht, wie es nach der mikroskopischen Untersuchung nicht zweifelhaft ist, so könnte durch dieselben aus dem von der Cutis dargebotenen Plasma eine Art Bindemittel abgeschieden werden, welches, indem es gerinnt, den eigentlichen Nagel mit dem Nagelhafte verbindet. Ein Umstand, der für das Vorhandensein eines solchen Bindemittels und gegen die völlige Verschmelzung beider Platten spricht, ist die leichte Trennbarkeit derselben an feinen Durchschnitten. Die Nothwendigkeit eines solchen Bindemittels tritt noch mehr hervor, wenn man bedenkt, dass nach Verlust des Nagels diese beiden Platten getrennt von einander entstehen.

§. 71.

Die Haare sind verhältnissmässig lange, dünne, aber feste und sehr elastische Fäden von Hornsubstanz, welche bald dichter, bald zerstreuter über den ganzen Körper vorkommen. Man unterscheidet an jedem einzelnen Haare den Schaft und die Wurzel. Der Schaft ist der grösstentheils über der Haut sichtbare, unten stärkere, gegen das Ende hin spitz zulaufende Theil des Haares, welcher selten ganz rund, meist platt gedrückt, glatt und glänzend ist. So wie bekanntlich seine Länge, so ist auch seine Stärke verschieden, doch ist letztere in engere Grenzen eingeschlossen als erstere. Das noch unter der Oberhaut verborgene Haar eines sechsmonatlichen Fötus hatte einen Durchmesser von $\frac{4}{800}$ bis $\frac{5}{800}'''$, das eines achtmonatlichen Fötus, welches nur wenig über die Hautoberfläche hervorragte, war $\frac{5}{800}$ bis $\frac{7}{800}'''$ dick. Das Wollhaar eines Neugebornen hatte dieselbe Stärke. Die Dicke der Kopfhaare der Erwachsenen ist verschieden nach Menschenstamm, Alter, Geschlecht u. s. w. und scheint zwischen $\frac{15}{800}$ und $\frac{40}{800}'''$ zu schwanken. Auch die Schaam- und Achselhaare fallen in diese Breite. Die Barthaare des Mannes gehören zu den stärkern. Die übrigen, mehr einzeln über den Körper zerstreuten und kurzen Haare übersteigen selten $\frac{20}{800}'''$. Die in der Nasenöffnung vorkommenden Haare sind sehr plattgedrückt, $\frac{50}{800}'''$ breit und $\frac{10}{800}$ bis $\frac{12}{800}'''$ dick, doch kommen auch schmälere vor. Unter dem Mikroskope bemerkt man an dem Haare hier und da einzelne, aus Epidermisschüppchen bestehende und leicht abzustreifende Anhängsel, die nach der Wurzel hin am häufigsten vorkommen und nicht wesentlich zum Haare gehören. Darauf folgt eine aus kleinen, den Epidermisschuppen ähnlichen Blättchen bestehende Ueberkleidung des Haares, welche auf demselben auch die bekannten und von E. H. Weber [1]) zuerst richtig erkannten, sich vielfach unter einander verbindenden Querlinien erzeugt (Tab. I. Fig. 19.). Dieselben erstrecken sich von dem engern Theile über der Haarwurzel bis an die äusserste Spitze des Haares. Stellt man den Focus des Mikroskopes etwas

1) E. H. Weber, in Hildebrand's Anat. I. 196.

tiefer, so erscheint die sogenannte Rindensubstanz, welche stets ein nach der Länge des Haares fein faseriges Ansehen gewährt (Fig. 19. a. Fig. 21. a.). An sorgfältig geschabten Haaren kann man die Fasern oft einzeln oder in Bündeln beobachten; sie erscheinen dann ihrer straffen Figur nach starr und spröde, fast splittrig, wie auch Henle [1]) sie beschreibt und abbildet; sie haben die Stärke von $\frac{1}{1000}$ (Krause) bis $\frac{1}{800}'''$ und liegen dicht an einander. Unter dem Mikroskope lässt sich keine verbindende Zwischensubstanz unterscheiden. Bei den farbigen Haaren hat diese Rindensubstanz stets eine mehr oder weniger dunkle Färbung und zwischen sich noch besondere, spindelförmige oder ästige Pigmentflecke, die in schwarzen Haaren so häufig sind, dass sie störend für die Untersuchung der übrigen Theilchen werden. Innerhalb dieser Rindensubstanz bemerkt man in sehr vielen Haaren einen mit der sogenannten Marksubstanz theilweise angefüllten Centralkanal *) (Fig. 19. u. Fig. 21, b.). Die Marksubstanz des Haares ist eine unregelmässige Anhäufung von Pigmentzellen, in Form von zarten Flocken, die einzelnen Zellen kann man freilich nicht allemal deutlich unterscheiden, am besten in nicht sehr dunkel gefärbten Haaren. Ganz deutlich sah ich die Zellen in den Haaren des bekannten Albino's Gambert und eines Negeralbino's. Sie werden in ihrer Lagerstätte durch quer- und schiefgehende Scheidewände von einander getrennt, füllen auch den Raum seitlich bisweilen nicht ganz aus, Unterbrechungen in der Länge sind längst bemerkt worden und an solchen Stellen kann man bisweilen die Wand oder Begrenzung des Kanales bis zur nächsten Pigmentanhäufung ganz deutlich verfolgen. In der Regel ist der Kanal gegen die Wurzel hin deutlicher zu bemerken, als gegen die Spitze hin, wo er bald verschwindet.

Will man die Einzelnheiten in den Geweben der Haare genauer verfolgen, so muss man sich nach Meyer's Vorgange der Schwefelsäure bedienen. Durch dieselbe wird die Epidermis-

---

1) Henle, Allg. Anat. 293.

*) Henle beschreibt a. a. O. p. 296. die Methode, wie man sich von der Existenz des Centralkanales überzeugen kann, tritt aber p. 316. E. H. Weber bei, indem er sagt: Den von Vielen angenommenen centralen Kanal verwirft Weber mit Recht.

schicht sehr rasch entfernt und die einzelnen Epitheliumschüppchen kommen zur Betrachtung. Diese stellen nach Valentin[1]) einzelne, längliche, von beiden Enden unregelmässig zugespitzte Schuppen dar, an denen man bisweilen noch einen Kern unterscheiden kann. In mehreren Fällen sah ich, dass sich diese Blättchen in noch zusammenhängenden Reihen abgelöst hatten und dann mehr oder weniger regelmässige, an den Rändern eingebuchtete Streifen darstellten (Tab. I. Fig. 20.). Diese Streifen bestanden ganz deutlich aus an entgegengesetzten Seiten geschwänzten Blättchen, $\frac{20}{800}'''$ lang und $\frac{7}{800}'''$ breit, die regelmässig an einander gereiht waren und spiralig um das Haar herumzugehen schienen. Die Seitenränder der neben einander liegenden Reihen solcher Blättchen konnte man in ihrer Vereinigung mit einander nicht leicht unterscheiden, und jene allgemein bekannten Querlinien des Haares müssen daher von den sich etwas deckenden Querrändern herrühren. Die Rindensubstanz des Haares zeigt sich auch nach Anwendung der Schwefelsäure als aus Fasern bestehend, jedoch erscheinen sie nun etwas breiter und durch ihre Biegungen etwas weicher als an dem nur geschabten Haare (Tab. I. Fig. 21. a.). Sie gehen, wie Federn eines Federstutzes, von der Wand des Centralkanales ab, umgeben diesen gleichmässig von allen Seiten und gehen von der Wurzelanschwellung bis zur Spitze des Haares. Valentin zeichnet sie als Schlingen, jedoch mir erschienen sie als kurze Fasern mit abgerundetem Ende. Ueber den Centralkanal (b) und dessen Inhalt ist auch nach Anwendung der Schwefelsäure Nichts als das schon Gesagte wahrzunehmen. — Die Wurzel des Haares (Tab. I. Fig. 22.). Der Schaft behält auch da, wo er in der Haut steckt, noch dieselben Gebilde, wie ausserhalb der Haut bei, wird aber von einer Scheide, der Wurzelscheide Henle's, umgeben, welche sich bis unter die eigentliche Haarwurzel fortsetzt, so dass diese in einem Sacke derselben steckt. Diese Scheide besteht deutlich aus zwei Schichten, einer äussern dunklern, ungleich breitern (a), welche besonders nach oben breit, ungleich, wie zerrissen erscheint, nach abwärts aber viel schmäler wird und sich

---

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 661.

nicht selten ziemlich plötzlich kolbig zu endigen scheint, bei genauerer Betrachtung bemerkt man aber, dass sie sehr verdünnt mit der innern vereinigt, sich bis unter die Wurzel fortsetzt. Die innere Schicht der Wurzelscheide (b) ist dünner, durchsichtiger, meist gleich breit, und wird von der äussern Schicht durch eine deutlich bemerkbare, dunkle Linie getrennt. Beide Schichten der Wurzelscheide bestehen aus kleinen, dicht gedrängten Zellen. Die der innern Schicht sind mehr lang gestreckt und besonders nach der Anwendung von kaustischem Kali, welches die äussere Schicht grösstentheils auflöst, deutlich; die der äussern Schicht sind schon ohne anderweitige Präparation deutlich. Zwischen der innern Wurzelschicht und dem Haarschafte findet sich nicht selten etwas Oel angesammelt (c). Innerhalb der Wurzelscheide setzt sich das Epithelium des Haares bis an den breitesten Theil der Haarwurzel fort und hört plötzlich mit einer scharfen, etwas gebogenen Linie auf. Die faserige Rindenschicht (d) setzt sich ebenfalls von dem Schafte bis auf die Mitte der Wurzelanschwellung, ja wohl auch noch etwas weiter abwärts fort. Diese Fasern, obgleich sie ihre eben angegebene Natur unverändert beibehalten, sind hier kürzer, nehmen überhaupt, so wie die Wurzelanschwellung zunimmt, von oben nach abwärts an Länge ab, dabei ändert sich ihre Richtung in so fern ab, als die untersten mehr nach aussen gerichtet sind, als die obern. Die eigentliche Wurzelanschwellung des Haares gehört wesentlich dem Centralkanale an, als dessen unmittelbare Erweiterung sie zu betrachten ist. Die Epitheliumschicht und die Rindensubstanz endigen sich am breitesten Theile derselben, Henle's Haarknopf, mit einer querlaufenden, unebenen Linie (e). In hellen Haaren scheint die Rindensubstanz sich büschelförmig zu verlieren. Die Gestalt der Wurzel ist in den meisten Fällen keulenförmig, bisweilen kugelig, wie das untere Ende eines Thermometers. Nicht selten macht das Haar über derselben eine knieförmige Beugung oder es sind zwei Anschwellungen da, wo dann die obere kleiner als die untere und völlig von Rindensubstanz umgeben ist. Die trichterförmige Erweiterung des Haarknopfes ist mit Pigmentzellen angefüllt, die in dunklen Haaren ganz denen in der Epidermis der Aethiopier vorkommenden

Zellen gleichen. Nach aufwärts werden diese Zellen meistens etwas lichter und mehr lang gestreckt, bis sie in die Marksubstanz des Haares unmittelbar übergehen. In vielen Fällen, und wie es scheint besonders bei jüngern Haaren, ist aber der Haarknopf nicht so quer abgestutzt, sondern er hat eine verkehrt herzförmige Gestalt und die Pigmentzellen nehmen nur den mittlern Theil ein, während die Seitentheile eine andere Anordnung der Zellen zeigen. Gerber beschreibt Gefäss- und Nervenbündel, welche hier in das Innere der Haarwurzel, besonders bei den Tasthaaren der Thiere eindringen. Bei Menschen sind dieselben nicht wahrzunehmen, sondern eine im Grunde des Haarsäckchens, d. i. des blinden Sackes der Wurzelscheide, sich erhebende, aus dichtem, gefässreichen Hautgewebe bestehende Hautwarze, der Haarkeim, die Haarpulpe (f), steckt in dem Innern des Haarknopfes, so dass dessen unterer Rand zwischen der Pulpa und der Wand des Säckchens zu liegen kommt. Bei jungen Haaren bemerkt man nun eben diese Pulpa innerhalb des Haarknopfes, bei ältern aber ist dieses nicht möglich, jedoch kann man sie sichtbar machen, wenn man, nachdem das Haar mit der ganzen Wurzel und wenig anhängendem Fette und Zellgewebe von der Umgebung abpräparirt worden ist, das letztere mit dem Nagel des Fingers oder einem andern geeigneten Instrumente auf dem Glase festhält und nun durch einen sanften Zug am Haare den Knopf von dem Grunde des Haarsäckchens etwas entfernt. Es tritt dann ohne anderweitige Verletzung der Haarkeim aus dem Knopfe hervor (wie in der Abbildung dargestellt ist). Derselbe hat an seiner Basis einen Durchmesser je nach der Dicke des Haares von $\frac{10}{800}$ bis $\frac{25}{800}'''$, die Höhe ist $\frac{20}{800}$ bis $\frac{40}{800}'''$. Diese Haarpulpa ist das Organ, durch welches das Plasma verarbeitet wird, aus dem sich die Ersatzzellen des Haares bilden. — Dieses führt uns zur Ernährung des Haares, welche eben so wie bei Oberhaut und Nägeln durch Apposition neuer Zellen und Verwandlung der ältern in Hornblättchen geschieht. Die über der Pulpa gebildeten Zellen werden nämlich durch die nachfolgenden nach aufwärts und auswärts gedrängt, platten sich dabei ab, gehen als Faden oder Blättchen in die Rindensubstanz über, wobei sie zwar etwas verbleichen, wenn sie aber ganz schwarzes Pigment ent-

hielten, doch immer eine dunkle Farbe behalten, ja in einigen, besonders in dunklen Haaren, scheint sich das Pigment selbst zu erhalten. Hierzu würden vorzüglich die an der Seite des Haarkeimes entstehenden Zellen verwendet werden, während die von der Spitze ausgehenden als thätige Zellen sich längere Zeit in dem Centralkanale erhalten und wahrscheinlich von unten her dem Haare die zu seiner Elasticität nöthige Feuchtigkeit und Nahrung zuführen. Das Wachsthum des Haares hat nun nach Race, Alter, Geschlecht und Individualität des Menschen an den verschiedenen Theilen des Körpers seine bestimmte Grenze. Ebenso ist die Schnelligkeit, mit welcher der Wiederersatz des abgeschnittenen Haares erfolgt, sehr verschieden. Die längsten Haare finden sich beim weiblichen Geschlechte als Haupthaare. Das männliche Haupthaar wird nicht so lang, dafür kann der Bart eine ziemliche Länge erlangen [einzelne ungewöhnliche Beispiele siehe bei Eble [1])]; darauf folgen die Schaamhaare, die auch beim weiblichen Geschlechte etwas länger sind als beim männlichen und deren ungewöhnliche Entwickelung ein Zeichen sehr regen Geschlechtstriebes sein soll. In Bezug auf den Haarreichthum an der vordern und hintern Fläche des Rumpfes und an den Extremitäten übertrifft in der Regel der Mann das Weib. Die Augenbraunen und die Cilien erlangen keine bedeutende Länge, stehen aber ziemlich dicht. Die Heusinger'sche Beobachtung, dass neben dem alten absterbenden Haare unmittelbar aus derselben Scheide ein anderes Haar hervorkomme, ist auch von Andern gemacht worden, und ich sah zweimal ganz deutlich, dass der alte Balg durch seitliche, der Knospenbildung ähnliche Wucherung den neuen gebildet hatte.

Entwickelung des Haares. Nach den Untersuchungen von Valentin [2]) sind am Ende des dritten und am Anfange des vierten Monats runde, schwarze Flecken in der Haut zu bemerken, welche regelmässig begrenzt, in strenger, fast geometrischer Ordnung gestellt sind, im fünften Monate sich zu Kegeln erheben, in deren Basis die Pigmenttheile, und in deren Spitze

1) Eble, die Lehre von den Haaren. Wien. 1831. II. p. 34. — 2) Valentin, Hdbch. der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Berlin. 1835. p. 275.

der beginnende Haarschaft liegt, der sich dann verlängernd unter der Oberhaut umbiegt oder auch zusammenrollt und durch deren Abschuppung im fünften und sechsten Monate frei wird. Simon [1]) sah bei zwei Zoll langen Schweinsembryonen die erste Spur der Haarsäckchen als kleine, schiefgestellte, flaschenförmige Säckchen, in deren Innern sternförmige Pigmentzellen zu bemerken waren. Im Grunde jedes solchen Säckchens erhebt sich der pyramidale Haarkeim und mit ihm beginnt die Bildung des Haarschaftes, der sich zuerst als Haarspitze darstellt, dann durch Zuwachs von unten sich verlängert, vor dem Durchbruche innerhalb des Haarsackes sich umbiegt oder auch wie eine Locke sich zusammenrollt, bis es diesen mit der Epidermis und einen noch über dieser liegenden Ueberzug (den Simon mit Ibsen geneigt ist für eine Fortsetzung des Amnion zu halten) durchbricht. Ich kann diesen Erfahrungen nur Weniges beifügen. Beim menschlichen Fötus aus dem angehenden dritten Monate und später findet man auf feinen senkrechten Durchschnitten der Haut die erste Spur der entstehenden Haarsäckchen in den zu einer Hohlkugel sich gruppirenden Zellen, die sich aber eben nur durch diese Anordnung von ihrer Umgebung unterscheiden. Diese Kugel wird zuerst lichter, wahrscheinlich, wie bei der Drüsenbildung, durch Verschmelzen der im Innern derselben gelegenen Zellen. Gegen Ende des dritten und Anfangs des vierten Monats färben sich einige dieser Zellen mit Pigment (ramificirte Pigmentzellen habe ich nicht gesehen, das sternförmige Ansehen entsteht durch das Nebeneinanderliegen unvollständig gefüllter Pigmentzellen). Die Pigmentflecke stehen daher Anfangs ganz einzeln, gruppiren sich dann in Form eines Halbmondes, dessen Convexität gegen die äussere Hautfläche gerichtet ist. Indem sich aber immer mehr und mehr Pigmentzellen anhäufen, bildet sich in dem Grunde des unterdessen aus der ersten Halbkugel entstandenen und etwas verlängerten Haarsäckchens bald eine stumpfe Pyramide, deren nach Aussen gerichtete Spitze heller, deren Basis dunkler gefärbt ist. Mittlerweile erhebt sich aus dem Grunde des Balges ein Anfangs nur aus Zellen, später aus einem gefässrei-

---

1) Simon, in Joh. Müller's Archiv. 1841. p. 365.

chen Zellgewebe (?) bestehender Kegel, die Haarpulpa, der Haarkeim, und nun tritt auch über jenen Pigmentzellen die Bildung der Haarspitze auf. Ich denke mir das Zustandekommen der ganzen Bildung wie folgt: Mit dem Gruppiren der Zellen zu dem ersten Rudimente des Haarbalges tritt auch eine specifische Thätigkeit in demselben auf, die sich durch Schmelzen der im Innern der Gruppe gelegenen Zellen, durch Pigmentbildung und Anhäufung von Pigmentzellen ausspricht. Diese bis jetzt allen Zellen des Säckchens zukommende specifische Thätigkeit concentrirt sich noch mehr im Grunde desselben, sobald die Bildung der Haarpulpa beginnt, und nun spricht sich auch die Eigenthümlichkeit der bildenden Kraft in dem entstehenden Haarschafte aus, der also ganz in der Art über der Pulpa aus den schon gebildeten Zellen durch Verhornung entsteht, wie der Nagel aus den in dem Nagelfalze gebildeten Zellen oder wie mit gewissen Modificationen der Zahn über dem Zahnkeime. Von nun an ist der Vorgang ganz einfach, die zwischen Pulpa und Balg immer neu abgesonderten Zellen schieben die vorher gebildeten nach aufwärts oder auswärts, diese verhornen nun, platten sich ab oder verwandeln sich in Hornfasern der Rindensubstanz des Haares, während im Innern desselben ein Centralkanal zurückbleibt oder durch Verschmelzen von Zellen gebildet wird, wie Henle [1]) und auch Valentin [2]) will. Wie die Epitheliumschicht des Haares zu Stande kommt, ob sie die äusserste Schicht der Rindensubstanz ist, was man nach der Verschiedenheit der Structur nicht glauben kann, oder ob sie sogleich als eine besondere Schicht zwischen Pulpa und Balg abgeschieden, oder ob sie endlich von der Wurzelscheide abgegeben wird, ist noch nicht deutlich.

Die Haarsäckchen fangen zwar in der angegebenen Zeit, um den dritten Monat, über den ganzen Körper an sich zu bilden, doch findet man auch später fast zu allen Zeiten des Fötallebens neben ältern Haaren noch ganz junge Haarbälge, ja aus dem Wiederkehren der Haare nach völligem Verluste derselben und aus

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 308. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 765.

dem Umstande, dass man bei Erwachsenen neben alten Haaren auch stets noch junge findet, möchte man schliessen, dass sich bis in die mittlern Lebensjahre hin neue Bälge erzeugen können. Die zuerst auf der Haut erscheinenden Haare scheinen die Augenbraunen im fünften Monate zu sein, bald darauf bricht das Wollhaar, *lanugo*, über den ganzen Körper hervor. Alle Haare durchbohren die Haut in schiefer Richtung. Ueber die Stellung und Richtung der Haare an den verschiedenen Stellen des Körpers ist Eschricht [1]) zu vergleichen und über die Verschiedenheit der Haare nach Racen, Alter, Geschlecht u. s. w. lese man Eble [2]) nach.

Die Haare scheinen für die thierische Oekonomie von der grössten Wichtigkeit zu sein und ihr Nutzen ist vielleicht bedeutender, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Gewiss kann man wohl sagen, dass sie zum Schutze gegen Kälte, Nässe und geringere mechanische Einflüsse dienen, wahrscheinlich sind sie aber auch Absonderungsorgane und unterstützen den in der Haut vor sich gehenden respiratorischen Process. Eble legt ihnen in dieser Beziehung ein besonderes Gewicht bei, indem er darauf aufmerksam macht, dass in ihnen stets eine kohlenstoffreiche Pigmentabsonderung stattfindet. Vielleicht kann man diese Pigmentbildung mit der schwarzen Färbung der Bronchialdrüsen vergleichen. Nicht weniger ist die stoffaufnehmende Thätigkeit der Haare zu berücksichtigen, welche sich durch Aufnahme von Fetten und Salben, so wie durch veränderte Färbung derselben bei Berührung mit metallischen Dämpfen ausspricht. Endlich dürften die Haare für die elektrischen Verhältnisse nicht ohne Wichtigkeit sein, denn es ist allgemein bekannt, dass sie schlechte Leiter der Elektricität sind, dass sie bei vielen Thieren, ja selbst bisweilen bei Menschen durch Reiben elektrische Funken geben, doch fehlt es uns ganz an einer genauern Einsicht in diese Verhältnisse. Dass übrigens bei den Frauen das Haupthaar, bei den Männern das Barthaar als eine schöne Zierde allgemein angesehen wird, wollen wir nur beiläufig erwähnen. Was nun noch den

1) Eschricht, in Joh. Müller's Archiv. 1837. p. 37, wo auch die frühern Beobachtungen von Osiander mitgetheilt sind. — 2) Eble, Lehre von den Haaren. II. 70. seqq.

speciellen Nutzen der Haare in einzelnen Gegenden des Körpers anbetrifft, so mögen folgende Andeutungen genügen. Die Kopfhaare, *capilli*, dienen als besonderer Schutz für den Schädel und das Gehirn. Gewiss manche Kopfverletzung würde tiefer eindringen, wenn die Kraft des verletzenden Instrumentes nicht durch die Elasticität und Festigkeit der Haare geschwächt würde. Die Augenbraunen, *supercilia*, schützen das Auge gegen den von der Stirn herabfliessenden Schweiss und gewähren demselben Beschattung, so wie die Augenwimpern, *cilia*, welche zugleich den Staub u. s. w. abhalten. Die steifen Haare am Eingange der Nase, *vibrissae*, und des äussern Ohres halten Staub und Insecten von dem Eindringen in genannte Gänge ab. Die Haare in der Achselhöhle schützen die weiche, oft feuchte Haut derselben gegen Reibung bei der Bewegung der Arme und endlich die Haare auf dem Schaamberge, *pubes*, mögen wohl beim Beischlafe die Reibung verhindern, ausserdem wohl auch die weibliche Schaam besonders gegen Staub, den vom Bauche herabfliessenden Schweiss u. s. w. schützen. Eble schreibt ihnen durch ihr elektrisches Verhalten noch einen besondern Einfluss auf die Fruchtbarkeit, so wie ein besonderes Absonderungsvermögen zu.

§. 72.

Wir gehen nun an die Beobachtung derjenigen Gewebe, welche in einer mehr oder weniger festen Grundsubstanz noch deutlich einzelne Zellen wahrnehmen lassen. Die Wände der Zellen sind oft mit der Grundsubstanz verwachsen. Die aus diesen Geweben gebildeten Theile stehen auf einer niedern Stufe der Vitalität und nützen dem Körper hauptsächlich durch ihre physikalischen Eigenschaften, durch die Festigkeit, Elasticität, Härte u. s. w. Es gehört hierher das Knorpelgewebe, das Knochengewebe und das Zahngewebe.

§. 73.

Knorpel, *Cartilagines*, sind jene festen, aber sehr elastischen, in dünnen Scheiben durchscheinenden, mattweisen, bläulichen oder gelblichen, in einigen Fällen faserigen Theile des

thierischen und menschlichen Körpers, welche plattenartig an den Eingängen einiger Sinnesorgane, an der Nase, an dem Ohre, an den Luftwegen, an den Gelenkflächen der Knochen oder zwischen den unbeweglichen Verbindungen derselben eingeschoben sind und durch ihre Festigkeit und Elasticität nützen. Diese so bezeichneten Knorpel bleiben für das ganze Leben das, was sie sind, *Cartilagines permanentes.* Ausser ihnen kommen aber beim Fötus und noch nicht ausgewachsenen Menschen auch Knorpel vor, welche später in Knochen übergehen und nur die vorläufige Grundlage zur Bildung der Knochen abgeben, *Cartilagines ossescentes.*

An jedem der bleibenden Knorpel hat die mikroskopische Untersuchung die Grundsubstanz, die Knorpelhöhlen und die in diesen liegenden Zellen zu betrachten.

Die Grundsubstanz der bleibenden Knorpel zeigt sich an verschiedenen Stellen von verschiedener Natur. Entweder ist sie gleichmässig, durchscheinend wie Milchglas, bisweilen mit geringer Färbung ins Blaue oder Gelbe, dabei wohl auch sehr feinkörnig, d. s. ächte oder wahre Knorpel (Tab. I. Fig. 23. a.), *Cartilagines genuinae*, *verae* (die Knorpel des Respirationsapparates, mit Ausnahme der Santorini'schen Knorpel und des Kehldeckels, die Knorpel der Nase, die Rippenknorpel, der schwertförmige Fortsatz und die Gelenkknorpel mit Ausnahme der unter Faserknorpel angegebenen Knorpel), oder die Grundsubstanz ist deutlich faserig, *Cartilagines fibrosae.* Die Fasern selbst sind an einigen Knorpeln mehr oder weniger gleichförmig, in einer Richtung gemeinschaftlich fortlaufend (Tab. I. Fig. 24. a.), (Faserknorpel der *Symphysis ossium pubis*, die *Ligamenta intervertebralia*, die Zwischenknorpel der *Articulatio maxillaris* und der *Articulatio clavicularis interna*, ferner der Knorpel der *Tuba Eustachii*), an andern dagegen sind sie wie verfilzt, indem jede einzelne Faser vielfache knieförmige Biegungen macht (der Knorpel des äussern Ohres und die *Epiglottis*). An der Grundsubstanz der wahren Knorpel lässt sich keine weitere Structur wahrnehmen, nur im höhern Alter nimmt sie hier und da, z. B. am Schildknorpel, ein streifiges und zugleich gelbliches Ansehen an. Die Fasern der eigentlichen Faserknorpel lassen sich einzeln schwer absondern, daher auch nicht leicht genauer untersuchen. Sie sind meist von scharfen dunk-

len Conturen, in jedem Knorpel einander gleich und gleichförmig, ohne Spur von Kernen oder Kernfasern. Durch dieses, so wie durch ihre Entwickelung unterscheiden sie sich wesentlich von den Bindegewebsfasern, mit denen sie wohl bisweilen gemengt sind, z. B. in dem Zwischengelenkknorpel des Kiefergelenkes. Diese faserige Grundsubstanz unterscheidet sich noch durch gelbliche Färbung und grössere Elasticität von der Grundsubstanz der wahren Knorpel, daher wir die Faserknorpel auch allemal da antreffen, wo eine grössere Elasticität gebraucht wird. So wie wir schon sahen, dass die Knorpel in hohem Alter ein faseriges Ansehen haben, so bemerken wir auch bei den Faserknorpeln in ihrem frühern Entwickelungsstadium eine nicht faserige, sondern gleichmässige Grundlage.

Die Knorpelhöhlen und Knorpelzellen (Tab. I. Fig. 23. b. u. 24. b.). In den angegebenen Grundsubstanzen sind in sehr verschiedener Menge, daher bald eng zusammengedrängt, bald nur einzeln und zerstreut, besondere Höhlungen zu bemerken, welche eine sehr verschiedene Grösse haben; bei Embryonen $\frac{3}{800}'''$, im Erwachsenen finden sich dagegen dergleichen von $\frac{15}{800}'''$ Länge. In Bezug auf die Form, so ist ihnen allerdings im Allgemeinen die runde und länglichrunde eigen, doch sind sie bisweilen auch von vorherrschender Länge, und wo sie eng zusammengedrängt liegen, platten sie sich gegenseitig ab und nehmen eine vieleckige Gestalt an. Ueber die eigentliche Natur und Entstehung dieser Räume hegen selbst die geübtesten Histiologen noch Zweifel, doch neigen sich Schwann, Henle und besonders Valentin zu der Ansicht hin, dass diese Höhlen ursprünglich Zellen seien, nur scheint dieser Ansicht das entgegen zu stehen, dass man oft keine besondere Wand der Höhle unterscheiden kann und diese daher nur als eine Excavation der Grundsubstanz erscheint. Das ist aber bei der Zartheit des Gegenstandes noch kein hinreichender Grund, die Wand ganz und gar zu leugnen. Dazu kommt noch, dass man von andern dergleichen Höhlen entweder auf einer Seite oder im ganzen Umfange eine deutliche, ja bisweilen gar nicht sehr dünne Wand wahrnimmt; dass bisweilen beim Fertigen des Präparates der Schnitt so an der Höhle hingegangen ist, dass sich die Wand der-

selben gleich einer Zellenwand hervordrängt (Fig. 23. c.) und endlich spricht die weiter unten anzugebende Entwickelung ganz dafür, dass diese Höhlen ursprünglich Zellen seien. Innerhalb dieser Knorpelhöhlen *) finden wir in einer bald ganz hellen, wasserklaren, bald sehr feinkörnigen Substanz wieder Zellen mit Zellenkern und Kernkörperchen. Auch bei diesen Zellen und Kernen herrscht in Bezug auf Grösse, Form und Zahl die mannigfaltigste Verschiedenheit. Ist die Höhle klein und enthält sie nur eine Zelle, so umschliesst sie diese meist ziemlich eng, so dass nur ein enger, aber doch immer deutlicher Zwischenraum zwischen beiden übrig bleibt (Fig. 23. c.). Die Zelle selbst hat oft einen deutlichen, bisweilen aber auch keinen Zellenkern, und übrigens einen gleichmässigen, hellen oder fein granulirten Inhalt. In andern Fällen kann man den Inhalt der Knorpelhöhle auch nur für einen Zellenkern ansprechen, wo dieser nämlich ganz gleichmässig ist und der Höhlenwand seitlich ansitzt. Jedoch ist es meist schwer darüber ins Reine zu kommen. — Ist die Knorpelhöhle grösser und umschliesst sie mehrere Zellen, so beschranken sich diese gegenseitig. Sie gleichen daher, wenn deren zwei in einer Höhle eingeschlossen sind, zweien Bogen, die sich gegenseitig ihre Sehnen zuwenden. Sind dagegen mehrere Zellen in einer Höhle enthalten, so platten sich diese natürlich auf mehreren Seiten ab. Zwischen diesen sich gegenseitig beschränkenden Zellen schiebt sich sehr oft der übrige helle oder feinkörnige Inhalt der Knorpelhöhle ein, ja gar nicht selten bemerkt man bei genauerer Betrachtung, dass sich sogar eine zarte Schicht der Grundsubstanz des Knorpels noch dazwischen befindet, dass also die Zellen zweier benachbarter Knorpelhöhlen sich gegenseitig abgeplattet haben. Der Inhalt dieser in den Knorpelhöhlen befindlichen Zellen ist entweder rein wässerig, wie ihn Schwann [1]) aus einer zerquetschten Zelle ausfliessen sah, oder äusserst fein granulirt, so dass man nur bei ganz passender, etwas gedämpfter Beleuchtung die zarten Umrisse der Körnchen

*) Obgleich ich die Höhlen ursprünglich für Zellen halte, so behalte ich den angenommenen Namen bei, um sie sogleich von den in ihnen erzeugten secundären Zellen zu unterscheiden.

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 114.

bemerkt. Der Zellenkern ist bald einfach, bald mehrfach vorhanden, bald mit *Nucleolis* versehen, bald nicht. Eine besondere, von Schwann, Henle und Arnold beobachtete Eigenthümlichkeit ist die, dass der Kern gar nicht selten ölhaltig wird, ja ganz in ein Fettbläschen übergeht, besonders in den Knorpeln, welche im höhern Alter leicht verknöchern oder feinfaserige Structur annehmen. In den ächten Knorpeln trennen sich die Knorpelhöhlen schwer oder gar nicht von der Grundsubstanz, in den Faserknorpeln dagegen treten sie oft ganz von selbst aus oder werden durch Druck leicht ausgetrieben. In einigen Faserknorpeln (*Lig. intervertebrale* und *Epiglottis*) hat Henle[1]) noch eine eigenthümliche schichtenweise Ausfüllung der Zellen bemerkt, die entweder ohne Lücken, oder nach Art der Porenkanäle mit Lücken versehen war. Der Reichthum der Faserknorpel an Zellen ist sehr verschieden, am dichtesten liegen die Zellen in der Epiglottis, weniger dicht in dem Knorpel des äussern Ohres, und nur einzeln und zerstreut kommen sie in den Zwischenwirbelbändern vor.

Die Entwickelung der bleibenden wie der verknöchernden, der ächten wie der Faserknorpel ist bis auf einen gewissen Punkt ganz gleich. Die wesentlichen Elemente des Knorpels gestalten sich schon sehr früh. Bei einem 10 — 11wöchentlichen menschlichen Fötus bestand der Knorpel des Schenkelkopfes aus ausserordentlich vielen, $\frac{3}{800}$ bis $\frac{4}{800}'''$ grossen, rundlichen Zellen, die in einer noch wenig consistenten Grundsubstanz sehr gedrängt lagen; die gegen die Oberfläche gelegenen Zellen waren schon etwas länglich gezogen, so dass sie mit der Richtung der Oberfläche parallel liefen. In dem Knorpel des äussern Ohres waren die Zellen von gleicher Grösse, doch etwas platt gedrückt (was man an den einzelnen im Wasser schwimmenden deutlich wahrnahm). Von Fasern in der Grundlage war noch keine Spur. Im Schildknorpel waren die Zellen länglich, $\frac{3}{800}'''$ breit und $\frac{6}{800}$ bis $\frac{7}{800}'''$ lang, mit granulösem Inhalte. Alle diese Zellen lagen unmittelbar in der Grundsubstanz und liessen sich leicht von derselben sondern. Besondere Knorpelhöhlen

1) Henle, Allg. Anat. p. 800.

waren nicht zu bemerken. — Bei einzölligen Schaafsembryonen fanden sich im Schenkelkopfe ebenfalls $\frac{3}{800}$ bis $\frac{5}{800}'''$ grosse Zellen, ganz ähnlich den eben angegebenen, eingelagert; sie waren fein granulirt, hier und da mit deutlichem Kerne versehen. Bei einem nur wenig grössern Embryo waren sie mehr in die Länge gezogen und in einem zweizölligen Schaafsembryo sah man in dem Knorpelstreifen, der als Rest des zweiten Kiemenbogens vom *Proc. styloideus* zum Zungenbeine geht, dass die Zellenwand sich inniger mit der Grundsubstanz verbunden hatte, denn die Zellen fielen nicht mehr so leicht aus derselben heraus, und durch weitere Entwickelung des Kernes nahm dieser ganz die Natur einer Zelle an. Er zeigte nämlich in sich selbst wieder Kern mit Kernkörperchen. Bei einem viermonatlichen menschlichen Fötus fand ich ein ganz ähnliches Ansehen in der Grundlage des Schenkelkopfes und des Schildknorpels. — Sonach muss ich mich auch nach den aus der Entwickelungsgeschichte entlehnten Erfahrungen der Ansicht anschliessen, dass die Knorpelhöhlen nur Zellen sind, in denen sich durch endogene Zeugung neue Zellen entwickeln.

In Bezug auf die faserige Grundlage der Faserknorpel war in jenem 10 — 11wöchentlichen Fötus noch keine Spur davon an dem Ohrknorpel wahrzunehmen, aber bei einem $3\frac{1}{2}$monatlichen Fötus zeigte derselbe Knorpel an mehreren Stellen schon deutliche Spuren der Faserbildung. In den Zwischenwirbelknorpeln fand sich nur hier und da eine nur bei gedämpftem Lichte bemerkbare schwache Andeutung eines streifigen Ansehens, in einem 5monatlichen Fötus waren aber bei noch überwiegenden Zellen die Fasern im Ohrknorpel, wie in den Zwischenwirbelknorpeln, deutlich dargestellt.

Aus der Art, wie in den ächten Knorpeln im höhern Alter sich ein faseriges Ansehen entwickelt, ferner daraus, dass auch bei den Faserknorpeln sich die Fasern unmittelbar aus der Grundsubstanz darstellen, wenigstens keine Spur einer Zellenmetamorphose wahrgenommen werden kann, muss man mit Recht schliessen, dass die faserige Grundlage der Faserknorpel zu ihrer Bildung durchaus einer vorgängigen Zellenformation nicht bedarf. Die sich bildenden Fasern sind Anfangs nur als schwache, mehr

gerade als gewunden verlaufende Schattirungen wahrzunehmen. Die scharfen Conturen derselben entwickeln sich erst nach und nach, ebenso wie die kreisförmigen Biegungen mancher Fasern erst später deutlich hervortreten.

Dass das Wachsthum der Knorpel zum Theil durch Vermehrung und Vergrösserung der Zellen vermittelt wird, unterliegt wohl keinem Zweifel, wie aber die ersten Zellen in der Grundlage der Knorpel entstehen, ist noch dunkel. Doch scheinen sie nach Schwann's [1]) Beobachtungen, die er an der *Chorda dorsalis* der Fische und der Froschlarven machte, zuerst keinen Kern zu haben, sondern nur ganz zarte Kernkörperchen, aus denen sich später erst die Kerne und selbst neue Zellen bilden mögen. So richtig dieses ist, so ist es doch auch merkwürdig, dass bei den jüngern Embryonen, wo bei dem raschen Wachsthume überhaupt und bei der dichten Lagerung der Zellen die Vermehrung der letztern gross ist, man doch keine endogene Zeugung wahrnimmt, während man dagegen in den Knorpeln der Erwachsenen, wie auch schon Meckauer [2]) bemerkt, ganz gewöhnlich eingeschachtelte Zellen findet, die auf endogene Zeugung hindeuten. Es mag sonach bei Embryonen die rasche Vermehrung der Zellen durch Neubildung in der Grundsubstanz geschehen, während bei Erwachsenen oder Gebornen die endogene Zeugung vorherrscht. Die ursprüngliche Bildung der Zellen in der Grundsubstanz hat Schwann an den Kiemenknorpeln der Fische und an Larven von *Pelobates fuscus* beobachtet. Sie geschieht vorzugsweise, aber nicht ausschliessend, auf der Oberfläche. Aehnliche Beobachtungen kann man an dem Knorpel der hintern freien Rippe zarter Säugethierembryonen anstellen. Die Vermehrung der Grundsubstanz scheint hauptsächlich durch unmittelbare Ablagerung zu geschehen, doch nimmt Schwann [3]) noch eine relative Vermehrung derselben durch Verdickung der Zellenwände an, wobei die Zellen durch Ablagerungen im Innern enger werden, während die äussern Schichten nebst der ursprünglichen Zellenwand in

---

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 11. — 2) *Meckauer*, *Cartilaginum structura. p.* 3. — 3) Schwann, a. a. O. p. 17—19.

Grundsubstanz übergehen. Doch kann dieser Vorgang, wie auch Henle schon bemerkt, nur bei den ächten Knorpeln, nicht aber bei den Faserknorpeln stattfinden.

Die Ernährung des ausgebildeten Knorpels ist zwar noch nicht ganz aufgeklärt, in der Hauptsache erfolgt sie aber ebenso wie die der andern Gebilde, durch Tränken mit Blutserum oder Plasma. Der Unterschied besteht nur darin, dass andere Gewebe zwischen ihren Elementartheilen mehr oder weniger dichte Gefässnetze aufnehmen, von denen jeder kleinste Theil sein Plasma bezieht, bei den Knorpeln aber, da sie keine Gefässe in ihrem Innern führen, muss das Plasma von der Grenze des Knorpels aus dessen ganzes Gewebe durchdringen. Wie viel Feuchtigkeit aber der Knorpel enthält, geht aus dem Gewichtsverluste beim Trocknen hervor, nämlich $\frac{3}{5}$. Bei dem niedrigen Stande der Vitalität des Knorpels und dem einfachen Gewebe ist aber zu glauben, dass der Stoffwechsel im Ganzen langsam sei, folglich der Knorpel nicht viel Plasma brauche und sein Bedürfniss auf dem angegebenen Wege wohl decken könne. Man weiss zwar nicht, welche Rolle die Zellen und welche die Grundsubstanz bei der Ernährung der Knorpel spielen, dass aber beide in einer gewissen Wechselwirkung mit einander stehen, geht daraus hervor, dass, so wie im ächten Knorpel die Faserung der Grundsubstanz im höhern Alter beginnt, die Kerne der Zellen leicht fetthaltig werden. Bei manchen durch Färbung bemerkbaren Mischungsfehlern des Blutes, z. B. in der Gelbsucht, nehmen auch die Knorpel eine gelbe Farbe an [Bichat [1])], weil das zu ihnen dringende Plasma gelb ist. Da der Knorpel keine eigenen Gefässe hat, so kann er auch nicht von Krankheiten, in denen das Blut eine wesentliche Rolle spielt, wie von Congestionen, Entzündungen und deren Folgen, befallen werden. Der verletzte Knorpel kann aber auch nicht regenerirt werden, sondern es bildet sich an seiner Stelle nur eine aus Bindegewebsfasern bestehende Masse. Wird aber den umgebenden Theilen das Blut entzogen, oder sind diese krank, so leidet der Knorpel mit, wie wir es bei Gelenkentzündungen, bei Vereiterungen im Kehlkopfe

1) Bichat, Allg. Anat. v. Pfaff. II. 103.

u. s. w. sehen; derselbe wird undurchsichtig, rauh und löst sich endlich auf.

Die Knorpel nützen nicht durch höhere, von ihnen auszuführende, vitale Kraftäusserungen, sondern nur durch ihre physikalischen Eigenschaften, durch ihre Festigkeit, Elasticität und Glätte. Durch ihre Elasticität halten sie Kanäle und andere Oeffnungen, Kehlkopf, Luftröhre, Nasenknorpel, offen, sie spannen häutige Theile aus, Ohrknorpel, sie bestimmen die Lage einzelner Theile, indem sie durch ihre Elasticität in Antagonismus mit gewissen Muskelgruppen treten, wie die Rippenknorpel, zum Theil auch die Zwischenwirbelknorpel, bei ihrer Festigkeit und geringen Vitalität können sie ohne Nachtheil einen gewissen Druck und Stoss ertragen, daher sie die Gelenkenden der Knochen überziehen. Durch ihre Festigkeit dienen sie in den Synchondrosen, durch ihre Glätte in den Rollen, *Trochleae*, über welche Sehnen hinweggehen, und in den Gelenkknorpeln.

§. 74.

Die Knochen sind bekanntlich die festesten und härtesten Theile des Körpers, welche den Weichtheilen zum Schutze und zur Stütze dienen. Mit Uebergehung der Verschiedenheit der äussern Form und der mit blossen Augen wahrnehmbaren Unterschiede in der Dichtheit wenden wir uns sogleich an die Betrachtung der mikroskopischen Beschaffenheit der Knochen und haben dabei besonders die Grundsubstanz, die Markkanälchen und die Knochenkörperchen mit den kalkführenden Kanälchen zu unterscheiden.

Die Grundmasse des Knochens (Tab. II. Fig. 2. a.) stellt sich auf feinen Querschliffen eines Röhrenknochens nicht ganz gleichmässig dar, denn man sieht um die grössern Oeffnungen der Markkanälchen feine concentrische Ringe in der Zahl von 5—12 herumgehen. Die innern dieser Ringe richten sich ziemlich genau nach der Form des Markkanälchens, die äussern dagegen weichen von derselben ab, indem sie gegen die Lücken, welche durch das Aneinanderliegen der Kreislinien benachbarter Kanälchen entstehen, etwas ausbiegen und was dann noch von jenen Lücken übrig bleibt, wird durch ähnliche Linien (b) ausgefüllt,

die aber in weit grössern Kreisen um die grosse Markhöhle des Knochens herumlaufen, daher auch oft von den Liniensystemen der Markkanälchen unterbrochen werden. In sehr vielen Präparaten sind diese Linien nicht ohne chemische Präparation sichtbar, am deutlichsten sind sie in dem durch Säuren der Kalkerde beraubten Knochenknorpel wahrzunehmen. Henle[1]) scheint auch jene die Markkanälchen umgebenden Linien nicht gesehen zu haben. Er sagt, dass am (nicht chemisch vorbereiteten?) feinen Querschliffe eine unregelmässige Linie concentrisch mit dem Lumen jedes Markkanälchens verlaufe und die äusserste Grenze des zu ihm gehörigen Systems von in einander steckenden Röhren bezeichne. Zwischen ihr und dem Lumen des Kanälchens seien die concentrischen Streifen, die man am Knochenknorpel bemerkt, nicht wahrzunehmen, und doch sind sie an mehreren mir vorliegenden Präparaten ganz deutlich. Auch Gurlt[2]) bildet sie schon ab. Von Deutsch[3]), Henle[4]) und Gerber[5]) sind die die Markkanälchen umschliessenden Linien stets als geschlossene Kreise beschrieben und abgebildet, und doch kommt es nicht selten vor, dass eine oder die andere dieser Linien nur einen Halbkreis beschreibt, der sich dann mit seinen Enden an einen seiner Nachbarn anlegt oder frei endet (c). Alle diese eben beschriebenen Linien sind in dem durch Säuren der erdigen Bestandtheile beraubten Knochenknorpel weit deutlicher zu sehen, und man bemerkt dann, dass diese Linien nur von den Lamellen gebildet werden, welche röhrenartig die Markkanälchen und die grosse Markhöhle des Knochens umgeben. An Präparaten, an denen die Säure die erdigen Bestandtheile nur unvollkommen weggenommen hat, haben die durch jene Blättchen auf dem Querschnitte gebildeten Linien ein von deutlich und scharf begrenzten feinen Körnchen bedingtes granulirtes Ansehen, das man auch an sehr dünnen Stellen feiner Längsschnitte wieder findet. Die mittlere Breite der Blättchen von dem dunkeln Rande des einen bis zum dunkeln Rande des andern fand ich $\frac{4}{800}'''$, Krause $\frac{1}{250}'''$.

---

1) Henle, Allg. Anat. 827. — 2) Gurlt, Lehrb. der vergl. Physiol. der Haus-Säugethiere. Tab. II. Fig. 3. — 3) *Deutsch, De penitiori ossium struct. Wratislaviae.* 1834. *Fig.* 1. 3. 5. — 4) Henle, Allg. Anat. 824. — 5) Gerber, Allg. Anat. Fig. 65. 69.

E. H. Weber [1]) leugnet in menschlichen Knochen den lamellösen Bau. An den Rändern feiner Querschnitte des Knochenknorpels findet man an den oft bemerkten Kreislinien feine Querlinien, die also in der Richtung von dem Centrum des Markkanälchens nach der Peripherie liegen. Auf einem einfachen Blättchen, nach der Länge des Knorpels abgenommen, findet man sie als rundliche Punkte wieder. Deutsch bildet sie als dreiseitig ab, was ich ebenso wenig als Henle finden konnte. Diese Linien scheinen auf eine sehr feine faserige Structur der Knorpellamellen hinzudeuten. An ganz dünnen Querschliffen, besonders an den Rändern, bemerkt man noch, dass sich das zu einem Markkanälchen gehörende Linien- oder Plattensystem leicht von der übrigen Knochenmasse abtrennt, hier daher ein weniger fester Zusammenhang derselben als an andern Stellen stattfindet.

Die Markkanälchen (Tab. II. Fig. 2. d. Fig. 3. a.). In den grössern Röhrenknochen findet sich bekanntlich eine Höhle, die ihres fettigen Inhaltes wegen die Markhöhle genannt wird, aus ähnlichem Grunde hat man die grössern zelligen Räume in der Diploe der platten und in der schwammigen Substanz der runden Knochen als Markzellen bezeichnet. Aber auch in der festen Substanz aller Knochen finden wir feine, mit einem öligen Inhalte versehene Kanälchen, welche in den Röhrenknochen nach der Längsrichtung verlaufend, durch dünnere Querkanäle mit einander verbunden, ein aus langgestreckten Maschen gebildetes Netz darstellen. Die mittlere Weite der Längskanälchen fand ich $\frac{40}{800}'''$, die eines Querkanales $\frac{12}{800}'''$ *). Die Entfernung der Kanälchen von einander ist sehr verschieden und scheint vom Alter abhängig zu sein, denn in jungen Subjecten und Embryonen findet man sie weit dichter als bei Erwachsenen. Ob nun diese Veränderung davon herrührt, dass sich nach und nach mehr Knochenmasse zwischen ihnen anhäuft und sie so aus einander drängt, oder ob einige von den Kanälchen schwinden, ist noch nicht erörtert. Da jedoch der Knochen bei seinem Wachsthume aussen neue Lamellen ansetzt, während im Innern dergleichen resorbirt werden,

1) E. H. Weber, Hildebrand. I. 320.

*) Henle fand die engsten 0,005 — 0,002''', Krause $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{25}'''$, Miescher 0,014—0,037''', Bruns 0,014—0,060'''.

er also nicht durch Ausdehnung wächst, so ist es wahrscheinlicher, dass einzelne Kanälchen obliteriren. In platten Knochen sind diese Kanälchen natürlich mehr in der Fläche gelagert. Das Innere der Markkanälchen ist mit Bindegewebsfasern ausgekleidet, zwischen denen Fettzellen angehäuft sind. Miescher[1]) will freies Fett hier gefunden haben. Alle diese Markkanälchen hängen mit der Markhöhle oder den Markzellen des Knochens zusammen und öffnen sich mit einer trichterförmigen Oeffnung in dieselbe. Auch finden sich nicht selten da, wo die Queräste abgehen, unregelmässige blasige Erweiterungen (Tab. II. Fig. 2.).

Ausser diesen Markkanälchen finden sich noch eine Menge feiner Gänge für die von der Oberfläche eindringenden, sehr zahlreichen Blutgefässe, die sich dann theils an den Wänden der Markkanälchen und zwischen den Fettzellen ausbreiten, theils mit der eigentlichen *Art. nutritia* des Knochens, welche hauptsächlich für die Markhöhle bestimmt ist, Anastomosen eingehen. Die Venen des Knochens sind in eigenen gewundenen Kanälen enthalten, die Breschet[2]) besonders ausführlich beschrieben und dargestellt hat.

Auf dünnen und durch chemische Mittel nicht veränderten Knochenschliffen fallen sogleich die Knochenkörperchen oder Knochenkerne auf, d. s. rundliche, ovale, eckige, polyedrische oder auch langgestreckte, bei durchgehendem Lichte meist schwarz oder grau, bei auffallendem Lichte aber glänzend weiss aussehende Körperchen von $\frac{8}{800}$ und $\frac{12}{800}$''' im langen, und $\frac{3}{1600}$ und $\frac{6}{1600}$''' im kleinen Durchmesser *), die mit ihrem längsten Durchmesser meist jenen concentrischen Ringen um die Markkanälchen parallel laufen. Da sie sowohl auf dem Querdurchschnitte als auf dem Längsdurchschnitte in fast gleicher Grösse, ja in letzterm nicht selten noch breiter erscheinen, so

1) *Miescher, De inflammatione ossium. Exercitat. anat. pathologica. Cum tab. IV. aen. 4maj. Berol.* 1836. *p.* 53. — 2) *Breschet, Recherches anatomiques sur le système veineux. Livrais. Ve. VIe. VIIe.*

*) Nach Krause $\frac{1}{85}$''' lang, $\frac{1}{205}$''' breit und $\frac{1}{340}$''' dick. Nach Miescher 0,0048—0,0072''' im längsten, 0,0017—0,0030''' im schmalsten Durchmesser. Nach Bruns 0,0038—0,0132''' im langen und 0,0016—0,0045''' im kurzen Durchmesser.

müssen sie in der Hauptform eine einem etwas plattgedrückten Ei oder Oval ähnliche Gestalt haben und so stehen, dass die beiden Flächen in der Richtung der Knochenlamellen liegen. Man findet diese Körperchen aber nicht etwa nur zwischen, sondern auch in den Lamellen, was man recht deutlich an solchen Präparaten wahrnimmt, aus denen durch Säure die Kalkerde nur theilweise weggenommen ist. Von den beiden Polen und den Flächen dieser Körperchen gehen sehr dünn werdende und sich verästelnde Verlängerungen aus, so dass sie auf dem Querschnitte nicht selten entfernte Aehnlichkeit mit einem vielbeinigen Insecte bekommen. Diese Ausläufer kommen sehr oft mit denen der benachbarten Körperchen, ob scheinbar oder wirklich, ist nicht entschieden, zusammen und bilden mit diesen ein ziemlich dichtes Netz, dringen auch oft bis an die Grenze der Markkanälchen vor und scheinen sich selbst in diese zu öffnen. Da jedoch der Inhalt beider verschieden ist, und die Entwickelungsgeschichte dagegen spricht, so ist eine solche Ausmündung nicht glaublich. An den Knochen der Kinder sowohl, als an denen der Erwachsenen findet man auch helle, fast durchscheinende Körperchen, in denen man dann einen deutlichen, scharf begrenzten Kern von $\frac{1}{800}$ bis $\frac{2}{800}'''$ sieht. Krause giebt ihn zu $\frac{1}{400}'''$ an und Fleischmann bildet ihn ab. Die Knochenkörperchen mit den von ihnen ausgehenden feinen Kanälchen enthalten, wie Miescher[1]) zuerst angiebt, Knochenerde in fein zertheiltem Zustande. Erstere werden daher auch *sacculi chalicophori*, letztere *canaliculi chalicophori* genannt. Man überzeugt sich von der Wahrheit des Gesagten, wenn man unter dem Mikroskope eine stärkere Säure auf einen feinen Knochenschliff einwirken lässt. Man bemerkt dann eine vom Rande her vorrückende, überall den Kalkgehalt aufnehmende Linie, welche da, wo sie auf ein Knochenkörperchen trifft, eine Einbuchtung erhält, weil die Säure einige Zeit zur Einwirkung auf dasselbe braucht, dann schreitet sie auch hier rasch fort und das Körperchen ist mit seinen Kanälchen des feinkörnigen Inhaltes beraubt, ja die Kanälchen sind gewöhnlich gar nicht mehr zu sehen. Ueber die Bedeutung der Kno-

---

1) *Miescher, De inflammat. ossium. p.* 12.

chenkörperchen sind verschiedene Meinungen vorgetragen worden. Der Analogie, so wie der Entwickelungsgeschichte nach scheint folgende die richtige Ansicht zu sein, auf welche Schwann [1]) schon aufmerksam machte und welche Henle ebenfalls für die wahrscheinlichste hält. Bisweilen findet man in einiger Entfernung von dem Knochenkörperchen eine hellere concentrische Kreislinie oder Eilinie, die man für die äusserste Grenze einer Zelle, die sich mit Knochenerde gefüllt habe, ansah, und man hielt sich für berechtigt, das in der Mitte liegende Knochenkörperchen für den Kern dieser Zelle zu halten [Gerber [2]) sah diese Linie an den Knochenkörperchen der Zähne und Mayer [3]) an Schädelknochen]. Allein das Knochenkörperchen kann nicht wohl der Kern der Zelle sein, da man in ihm selbst wieder einen Kern bemerkt, vielmehr ist das Knochenkörperchen als eine Knorpelzelle zu betrachten, deren Wände sich von aussen nach einwärts verdickt haben und verknöchert sind und deren im Centrum übrig gebliebener Raum sich mit fein zertheilter Knochenerde gefüllt hat. Geht der Process wirklich so vor sich, wie hier angegeben, so wird ein Knochenkörperchen entstehen, welches keine Kalkkanälchen hat, wenn aber bei der Verdickung der Zellenwand auf einzelnen Punkten kein Niederschlag oder kein Ansatz neuer Masse erfolgt und dieses durch alle Schichten fortgeht, so müssen Lücken von verschiedener Form entstehen, die sich dann ebenso gut wie die übrig gebliebene Höhle mit Knochenerde füllen und das sind dann die Kalkkanälchen, die sich also ganz nach Art der Porenkanäle bilden würden. Nach dieser Ansicht würden wenigstens ursprünglich die Kalkkanälchen nicht über die Grenze der Zelle hinausgehen, nicht mit denen benachbarter Knochenkörperchen zusammen münden können. Die mikroskopische Beobachtung scheint aber für eine Vereinigung solcher Kanälchen zu sprechen, und wenn einmal zugegeben wird, wie es selbst von Fleischmann [4]) geschieht, dass die Kanälchen verschiedener benachbarter Knochenkörperchen sich gegenseitig in ihrer Richtung bestimmen, sich anziehen, so wird durch obige Gründe wenig-

1) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. p. 34. 35. — 2) Gerber, Hdbch. d. allg. Anat. p. 104. — 3) Mayer, in J. Müller's Archiv. 1841. p. 210. — 4) Fleischmann, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 202.

stens die Möglichkeit einer Einmündung noch nicht widerlegt. Eine sichere Entscheidung dieses Punktes wird noch von der Zukunft erwartet. Nach dem Gesagten würde also die ausser den Knochenkörperchen vorhandene Knochenmasse aus der verknöcherten Grundsubstanz des Knorpels und aus den verdickten und verknöcherten Knorpelzellenwänden, in denen die Kalkkanälchen verlaufen, entstehen. Vergl. Entwickel. d. Knochens.

Die Chemie des Knochens hat besonders Berzelius[1]) aufgeklärt. Er hat Knochen von Menschen und Rindern analysirt, nachdem sie von Knochenhaut, von allem Fette und Wasser befreit worden waren, und ihre Zusammensetzung war folgende:

	Menschenknochen.	Ochsenknochen.
Knorpel, in Wasser völlig löslich . .	32,17	33,30
Gefässe	1,13	
Basische phosphorsaure Kalkerde mit wenig Fluorcalcium	53,04	57,35
Kohlensaure Kalkerde	11,30	3,85
Phosphorsaure Talkerde	1,16	2,05
Natron mit wenig Kochsalz . . .	1,20	3,45
	100,00	100,00

Das Verhältniss der Kalkerde zum Knorpel ist verschieden, die festen Knochen enthalten mehr Kalk als die lockern, so z. B. das Schläfenbein 63,50, das Schenkelbein 62,49, der Oberarm 63,02, die Scapula 54,51 (Rees).

Die Frage, ob die erdigen Bestandtheile chemisch oder nur mechanisch mit dem Knochenknorpel verbunden seien, ist im allgemeinen chemischen Theile unter den Artikeln „phosphorsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk und Leim" schon dahin beantwortet worden, dass in den Knochenkörperchen und den Kalkkanälchen der Kalk nur mechanisch abgesetzt, in der Grundsubstanz aber mit dem Knorpel chemisch verbunden sei.

Entwickelung des Knochens (Tab. II. Fig. 1.). Die Entwickelung des Knochenknorpels ist ganz gleich der des bleibenden Knorpels und erst wenn sich die Verknöcherung vorbereitet, treten eigenthümliche Veränderungen ein. Die Darstel-

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie. IX. p. 540 seqq.

lung des Vorganges der Verknöcherung von Schwann[1]) ist noch unvollständig und die von Gerber[2]) etwas dunkel, die Darstellung von Bidder[3]) trifft, bis auf einige Punkte, am meisten mit den Resultaten meiner Untersuchungen überein.

Die erste Vorbereitung des Knorpels besteht bei Röhrenknochen darin, dass die vorher in unbestimmter Ordnung zerstreut liegenden Knorpelzellen in der Nähe der Verknöcherung sich in parallele, auf der verknöchernden Linie senkrecht stehende Reihen ordnen (a) und sich dabei so zusammendrängen, dass sie ganz platt gedrückt werden und sich gegenseitig unmittelbar berühren. Der lange Durchmesser betrug bei einigen solcher Zellen $\frac{8}{800}$ bis $\frac{9}{800}'''$, der kurze $\frac{1}{800}$ bis $\frac{2}{800}'''$. In der unmittelbaren Nähe der Verknöcherung treten diese Zellen aber wieder etwas aus einander, nehmen daher auch wieder ihre rundliche Form an, werden gleichsam von dem bestandenen Drucke befreit und dehnen sich wieder aus. Solche Zellen findet man nur zwei bis drei hinter einander. Dass sie aber dieselben sind, welche vorher die plattgedrückte Form hatten, geht aus dem allmähligen Uebergange hervor. Diese so wieder abgerundeten Zellen werden von einem hellen Saume (c) umgeben, und die Säume benachbarter Zellen beginnen, noch ehe die Ablagerung der Knochenerde anfängt, mit einander zusammen zu fliessen und so ein helles Netz zu bilden, in dessen Maschen die rundlichen Zellen liegen. Verfolgt man nun dieses Netz gegen den schon gebildeten Knochen hin, so findet man die einzelnen Fäden oder Gänge desselben dunkel werdend, und da sich, wie man an hinlänglich feinen Schnitten und bei passender Beleuchtung deutlich sieht, eine Menge feiner, runder Körnchen, die man für Knochenerde halten muss, in den Wänden niederlegt [wobei diese Kanälchen einen grössern Umfang erhalten *)], so kann man schliessen, dass die Verknöcherung der Grundsubstanz des Knochens von diesen Ka-

---

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 126 u. 131. — 2) Gerber, Hdbch. d. allg. Anat. p. 100. — 3) Bidder, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 372.

*) So lange diese Kanälchen noch hell sind, haben sie einen Durchmesser von $\frac{1}{1200}$ bis $\frac{1}{800}'''$, sobald sie aber dunkel werden, von $\frac{5}{1000}$ bis $\frac{6}{1000}'''$.

nälchen ausgehe. Die in Reihen geordneten Knorpelzellen lässt nun Bidder mit einander verfliessen und so die Markkanäle des Knochens darstellen, allein wir werden gleich sehen, dass die Knorpelzellen wirklich in die Knochenkörperchen übergehen und die Markkanälchen auf ganz andere Art entstehen. Nachdem nämlich die wieder abgerundete Knorpelzelle sich mit einem hellern, darauf dunklern Saum umgeben hat, wird alle noch in ihrer nächsten Umgebung befindliche Grundsubstanz mit Knochenerde durchdrungen (d), sie selbst erleidet aber die eben bei den Knochenkörperchen angegebene Metamorphose, d. h. ihre Wand verdickt sich nach einwärts bis auf einen gewissen Punkt (e) und diese verdickte Wand wird von der von jenem Kanälchen aus fortschreitenden Verknöcherung ebenfalls bald erreicht und durchdrungen, und nachdem dieses geschehen, füllen sich der im Innern übriggebliebene Raum und die in der dicken Wand gebildeten Porenkanäle (f) mit fein vertheilter Knochenerde und stellen so das Knochenkörperchen (g) mit seinen Kalkkanälchen dar. [Vergl. hierüber auch die Abbildung von Fleischmann [1].] Indem die Verknöcherung so Schritt vor Schritt vorschreitet, lässt sie aber doch gewisse Lücken, in denen der Knorpel sich nur trübt, aber nicht verknöchert. In solchen Stellen findet man ein kleinzelliges Ansehen und es scheint als ob ein öliger Inhalt vorherrsche. Diese Stellen sind es nun, die durch Resorption sich aushöhlen und in die Markkanälchen übergehen (h). Folglich entstehen die Markkanälchen ganz in ähnlicher Art, wie es von der grossen Markhöhle des Knochens längst bekannt ist, durch Resorption, und so wie bei der Verknöcherung des Schildknorpels im Alter sich die Kerne der benachbarten Zellen mit Oel füllen, so entstehen bei der normalen Verknöcherung in den übrig gelassenen Lücken Fettzellen, die sich zuerst nur sehr klein, wahrscheinlich nur als Kerne darstellen. In den breiten und rundlichen Knochen, so wie in den Ansätzen und Fortsätzen, ist der Vorgang ähnlich, nur werden die Knorpelzellen nicht in Reihen geordnet, sondern nur zusammengedrängt.

---

1) Fleischmann, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 202. Taf. IX. Fig. 28. 29.

Die ersten auf diese Weise verknöcherten und mit blossen Augen sichtbaren Punkte heissen Verknöcherungspunkte, *Puncta ossificationis*, sie sind Anfangs rauh und uneben, grenzen sich aber später mit einer glatten Fläche ab, daher sich der junge Knochen leicht von dem Knorpel trennt [E. H. Weber[1])]. Das Wachsthum des Knochens geschieht nun so, dass auf die angegebene Art die Verknöcherung sich Schritt vor Schritt über den ganzen Knorpel ausbreitet, an den Grenzen aber, wo ursprünglich kein Knorpel vorgebildet ist, wie an dem Umfange cylindrischer Knochen, setzt sich erst unter der Knochenhaut eine Schicht Knorpel ab, welche dann in eben der Art in Knochen übergeht, während im Innern des Knochens durch Resorption die Markhöhle gebildet wird. Diesen Vorgang beobachtet man nach Duhamel[2]) und Flourens[3]) am besten dadurch, dass man junge Thiere mit Krapp füttert, dessen rother Farbestoff eine starke Verwandtschaft zum phosphorsauren Kalke hat. Wenn nun dieser Farbestoff mit dem Blutserum die in der Bildung begriffenen Knochen durchdringt, so kann die schon festgewordene Knochonerde nicht mehr gefärbt werden, wohl aber die sich eben aus dem Blutserum absetzende, und somit muss die neugebildete Schicht rothgefärbt erscheinen. Daher konnten Duhamel und Flourens durch abwechselndes Füttern mit Krapp auch abwechselnd rothe und weisse Schichten in den Knochen erzielen. Bei ganz jungen Thieren mit dünnen Knochen wird das ganze Skelett in kurzer Zeit roth gefärbt, bei alten Thieren aber gehört mehr Zeit dazu und die Färbung wird doch nie so intensiv, ja Flourens konnte bei alten Tauben nach 18—20 Tagen noch keine rothe Färbung bemerken. Was nun die Reihenfolge anbetrifft, in welcher die Knochenpunkte in den einzelnen Knochen auftreten, so ist diese eine andere als die, in welcher sich die knorpelige Grundlage der Knochen bildet, doch darüber sehe man die Handbücher der descriptiven Anatomie, besonders E. H. Weber in Hildebrand's Anatomie. II. 34. u. *Senf*, *De incremento ossium embryonum. Halae.* 1801. Da im höhern Alter die Bildung und

1) E. H. Weber, in Hildebrand's Anat. I. 337. — 2) *Duhamel*, *Acad. de Paris.* 1742. *p.* 354. 1743. *p.* 138. bei Henle a. a. O. p. 841. — 3) *Flourens*, *Ann. des sciences nat.* 2e *Sér. XIII.* 103.

der Ersatz der Weichtheile immer unvollkommener wird, daher auch der Knochenknorpel sich unvollkommen wieder erzeugt, dagegen die erdigen Bestandtheile ein Uebergewicht bekommen, so nimmt mit dem Alter die Menge der bei Kindern sehr zahlreich vorhandenen Markkanäle ab. Da die Knochenerde sich nur in knorpeliger Grundlage absetzen kann, diese aber im Alter immer geringer wird, so wird die Markhöhle des Knochens grösser, die Knochenerde wird weniger fest verbunden und Brüchigkeit der Knochen alter Leute ist die natürliche Folge dieses Verhältnisses. Auf den platten Knochen entstehen nicht selten Vertiefungen, besonders auf dem Seitenscheitelbeine, welches stellenweise bisweilen so dünn wird, dass nur noch eine dünne, leicht zerbrechliche Knochenplatte die Hirnhäute deckt. Durch diese mangelhafte Bildung und Ernährung der Knochen werden die natürlichen von Knochen gebildeten Höhlen unregelmässig erweitert und das ganze Skelett wird kleiner und bedeutend leichter.

Anmerkung. Mehrere Beispiele bedeutender Resorption der Scheitelbeine, so wie ein gewiss seltener Fall von bedeutender Schiefheit des Kopfes in Folge unregelmässiger Resorption am ganzen Kopfe findet sich im Dresdner anatomischen Museum. Letzterer Fall betrifft nach dem Cataloge eine 130 Jahre alte Frau.

Die Ernährung des Knochens fällt natürlich mit dessen Wachsthume zusammen. Beide werden dadurch möglich, dass von den Gefässen, welche von dem Periosteum aus in den Knochen dringen, so wie von den Blutgefässen der Markhöhle aus, allen Theilen und Punkten des Knochens Blutserum zugeführt wird, aus dem sich nach Bedürfniss hier neuer Knorpel darstellt, dort in dem schon gebildeten Knorpel neue Knochenerde an die Stelle der alten absetzt. Konnten wir schon über die Ernährung der bleibenden Knorpel keine klare Ansicht aufstellen, so fehlt es uns noch weit mehr an einer Einsicht in den Vorgang der Ernährung des Knochenknorpels. Bei jenem konnte uns das Dasein zahlreicher Zellen noch einen Anhaltepunkt gewähren, der uns hier aber ganz abgeht, die Beobachtung ist aber durch das Dasein der Knochenerde fast ganz unmöglich gemacht. Wenn wir aber bei der Entwickelung des Knochens gesehen haben, dass der Ablagerung der Knochenerde stets die Bildung des Knorpels

vorangehen muss, ja dass diese selbst mit einer chemischen Veränderung des Knorpels verbunden ist, so darf man vielleicht schliessen, dass an einem gedachten Punkte des Knochens nicht Knorpel und Knochenerde zugleich erneuert werde, sondern dass vielmehr der Knochenknorpel für sich ernährt und dann erst in jeder neu gebildeten Molecüle des Knorpels die Knochenerde, erst als kohlensaure, dann als phosphorsaure Kalkerde abgesetzt, dass überhaupt in jedem einzelnen Theile oder Punkte der früher genauer aus einander gesetzte Process von Zeit zu Zeit oder stetig und langsam wiederholt werde.

Die wichtigsten Abweichungen in der Ernährung der Knochen sind folgende: 1) Oertliche Resorption und Schwinden des Knochens aus bleibendem Druck auf die zuführenden Gefässe. 2) Die Rarefaction. Diess scheint ein Zustand zu sein, wie er im hohen Alter normal und als solcher bereits oben beschrieben ist. 3) *Osteomalacies* und *Rhachitis*. Sie besteht in einem Mangel der nöthigen Knochenerde, weil Säure im Körper vorherrscht, welche dieselbe in Auflösung erhält und ihren normalen Absatz verhindert. 4) Hypertrophie, oft mit elfenbeinartiger Härte, findet sich in Folge einer mässigen Entzündung, wo das Exsudat in Knochen umgewandelt worden ist. War das Exsudat aber so stark, dass es die ernährenden Gefässe verschloss, so entsteht bei guter Säftemischung 5) Eiterung, bei dyskrasischer Beschaffenheit derselben 6) Caries, Knochengeschwür. Doch scheint letzteres auch ohne Entzündung entstehen zu können. 7) Wird dem Knochen auf irgend eine Art das ernährende Blut schnell und in grösserer Ausdehnung entzogen, z. B. nach heftigen Entzündungen oder nach Verlust des Periosteum, so folgt Nekrose, Knochenbrand.

Unter den Arbeitern über Regeneration der Knochen nach Substanzverlust oder Bruch sind von den Aeltern etwa Scarpa und Meding zu nennen, unter den Neuern aber Miescher, welcher seinen Gegenstand nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft vollkommen erschöpft und die frühern Arbeiten ganz entbehrlich gemacht hat. Es geht aus seinen Untersuchungen hervor, dass in Folge des Bruches oder der Verletzung eine Entzündung der Knochenhaut und der Markhöhle erfolgt, der Knochen selbst aber dabei darum sich nicht entzünden kann, weil durch

den Bruch das Periosteum eine kleine Strecke weit von dem Knochen abgerissen ist, diesem also die Gefässe zum Theil fehlen. In Folge der Entzündung geschehen nun Ausschwitzungen, durch welche das Knochenmark, die Knochenhaut und die benachbarten Theile mit einander verkleben, und so wird eine cellulös-fibröse Kapsel um die Bruchstelle gebildet, in welcher, nachdem bis zum neunten Tage das Blut völlig resorbirt worden ist, sich viele Gefässe entwickeln. Unterdessen hat auch der seiner Knochenhaut beraubte Knochentheil langsam angefangen, am dritten bis vierten Tage, feine Granulationen hervor zu treiben, welche ihr Bildungsmaterial aus den von der Knochenhöhle in den Knochen eindringenden Gefässen erhielten. Am siebenten Tage besteht das die Bruchenden verbindende Mittelstück aus einem innern, besonders von der Markhöhle ausgehenden, knorpeligen, und einem äussern, mehr von der Knochenhaut ausgehenden, fibrösen Theile. In dem Knorpel geht die Verknöcherung von dem schon vorhandenen Knochen aus (der nicht, wie man früher glaubte, erweicht wird) und so wachsen denn von den beiden Bruchenden erst die beiden Knorpel sich entgegen und dann erst die Knochen selbst. Dass dabei die Höhle des Knochens mit Knochenmassse angefüllt wird, versteht sich nach dem Gesagten fast von selbst, doch folgt in späterer Zeit durch Resorption eine ziemlich vollkommene Wiederherstellung derselben. Die Bruchstelle bleibt lange markirt, bis in manchen Fällen, aber doch stets sehr spät, sich auch die letzte Spur des Bruches verwischt. War die Entzündung des Knochens und seiner Haut weit ausgebreitet, waren besonders Knochensplitter da, von denen ebenfalls die Bildung neuer Knochensubstanz ausgeht, so entsteht der unförmliche Callus.

Der Nutzen der Knochen ist sehr einleuchtend. Sie sind theils die Stützen für die Weichtheile, wie die Knochen der Gliedmassen, der Wirbelsäule, theils umschliessen sie beweglich die Höhlen, in denen bewegliche Eingeweide aufgehangen sind, und unterstützen mechanisch die Function der letztern, wie die Rippen die Function der Lungen unterstützen, theils bilden sie schützende Höhlen für die Centralorgane des Nervensystems, wie die Schädelknochen, theils gehen sie selbst in die Function der Sinnesorgane ein, wie das knöcherne Labyrinth und die Gehörknöchelchen.

So wie in den Schaalen und Gerüsten der Wirbellosen der phosphorsaure Kalk fehlt und sich meistens nur kohlensaurer Kalk findet, so fehlt ihnen auch die Knochenstructur; selbst das Rückenschild der Sepien besteht nur aus einer schichtenweisen Ablagerung, nähert sich aber entfernt den Knochen dadurch, dass es bei Embryonen aus regelmässigen Stäbchen besteht, welche Kölliker geneigt ist, von Zellenbildung abzuleiten, und welche später in die Blättchen, die wir in den Schichten älterer Rückenschilder sehen, übergehen. In den Schaalen der Acephalen und Gastropoden sieht man unter dem Mikroskope nur schichtenweise Lagerungen, die bei *Unio pictorum* nach aussen sich um $\frac{5}{800}$ bis $\frac{8}{800}'''$ überragen. Die Kopfknorpel der Sepien gleichen den Knorpeln der Wirbelthiere. Bei den Fischen, deren Knochen wohl noch einer genauern Untersuchung bedürfen, finden sich schon Knochenkörper und Markkanäle. Bei jungen Schildkröten, Eidechsen, Fröschen, so wie bei den Hühnchen fand ich die Form der Elementartheile der Knochen, so wie die Art der Verknöcherung der oben beschriebenen ganz gleich.

§. 75.

Die Zähne. Die Zähne sind bekanntlich jene in den beiden Kiefern keilartig befestigten, bei einfacher Form fast spindelförmigen Körper, welche durch ihre ausserordentliche Härte zum Zermalmen der Speisen besonders geschickt sind *). An jedem derselben unterscheidet man an feinen Längsschliffen die, die Krone überziehende Schmelzsubstanz, das eigentliche Zahnbein oder die röhrige Substanz und das Cäment oder die knochige Hülle der Wurzel.

Als das Formgebende und Vorherrschende wollen wir die röhrige Masse des Zahnes, das Zahnbein (Tab. II. Fig. 4. a. und Holzschn. Fig. 9. a.), zuerst betrachten. Diese röhrige Masse besteht aus einer festen, ganz gleichmässigen, in dünnen Schichten durchsichtigen Grundsubstanz, welche mit der Grundsubstanz der Knorpel zu vergleichen ist und in welcher die eigentlichen

---

*) Die descriptive Anatomie und Eintheilung der Zähne wird vorausgesetzt.

Fig. 9.

Röhren eingeschlossen sind. Diese Röhren fand Retzius [1]) in der Nähe des Markkanales $\frac{1}{417}$ P. M. dick, ich fand sie an einem Schneidezahne des Menschen in der Nähe der Markhöhle $\frac{3}{1600}$ P. Linie und nach aussen, gegen den Schmelz der Krone, $\frac{1}{800}$ P. L., welche Messung sich bei vielen Wiederholungen bestätigte. Der Abstand dieser Röhren von einander beträgt in der Nähe der Höhle des Zahnes $\frac{2}{800}$ bis $\frac{3}{800}'''$, nach aussen aber $\frac{3}{800}$ bis $\frac{4}{800}'''$. Die Lagerung und der Lauf dieser Röhren ist ein eigenthümlicher; sie beginnen alle mit offnen Mündungen in der innern Zahnhöhle, die daher ein siebförmiges Ansehen hat, machen zuerst eine Menge Windungen, laufen dann nach auswärts und schräg nach aufwärts, dann etwas mehr nach auswärts und zuletzt wieder etwas mehr nach aufwärts. Nach der Krone hin ist die Richtung mehr nach aufwärts und an der Wurzel mehr nach auswärts und abwärts vorherrschend. Zwei neben einander liegende Röhren laufen, wenn man sie nur durch kurze Strecken verfolgt, fast parallel, allein überblickt man grössere Strecken oder selbst das Ganze, so bemerkt man leicht, dass alle Röhren nach aussen divergiren, daher liegen die untersten Röhren an der Wurzelspitze fast horizontal, einige selbst etwas nach abwärts geneigt. In dem zweiten Viertel von unten nehmen sie schon eine mehr aufsteigende Richtung an und je weiter nach aufwärts man das Präparat betrachtet, desto deutlicher findet man diese Richtung ausgesprochen, bis sie in dem Raume unter der Kaufläche fast senkrecht in die Höhe steigen. Ausser den schon angegebenen

1) Retzius, in J. Müller's Archiv. 1837. p. 494.

Hauptwindungen macht jede Zahnröhre noch eine Menge kleiner Nebenwindungen. Der Anfang dieser Röhren ist mit offenen Mündungen in der Höhle des Zahnes, von da an laufen sie bis gegen den Schmelz oder das Cäment, scheinen dabei nicht merklich an Dicke zu- oder abzunehmen, ehe sie aber ihr Ende erreichen, spalten sie sich mehreremal und geben dünnere Seitenröhren ab (Tab. II. Fig. 4. b.), die sich mit den zunächstliegenden verbinden. Bei menschlichen Zähnen habe ich solche Verbindungen nur in der Nähe des Schmelzes oder des Cämentes wahrnehmen können, beim Pferdezahne sah ich sie dagegen öfter. Von diesem so wie von vielen andern Thieren hat sie Retzius [1]) beschrieben und abgebildet. Ob hier wirkliche Einmündung stattfindet, wie es allerdings unter dem Mikroskope zu sein scheint, oder nur Aneinanderlegen blinder Endigungen, ist schwer zu entscheiden. Dass man es hier mit wirklichen Röhren und nicht mit Fasern zu thun hat, ersieht man schon aus den offenen Mündungen derselben in der Zahnhöhle, noch deutlicher aber an seinen Querdurchschnitten (Tab. II. Fig. 5.) zwischen der Kaufläche und dem oberen Ende der Zahnhöhle, weil man hier die in der Mitte senkrecht in die Höhe steigende Kanäle rechtwinklich durchschneidet. Man bemerkt dann die Wand des Kanales als einen ziemlich dicken, gelblich gefärbten Ring um das Lumen desselben. Gegen den Rand dieses Scheibchens oder auf andern Querdurchschnitten sind die Kanälchen schief durchschnitten, daher sie dann eine ovale Durchschnittsöffnung darbieten. Henle [2]) sucht gegen Purkinje und Retzius aus verschiedenen Messungen darzuthun, dass dieser breite Ring nicht der Wand des Kanälchens entspreche, denn dazu sei er viel zu dick oder zu breit, und erklärt diese Breite aus Lichtreflex. Indessen, da man an Bruchstücken der röhrigen Zahnsubstanz diese Kanälchen bisweilen eine kleine Strecke über die übrige Substanz hart und steif hervorragen sieht und diese kleinen Hervorragungen, nachdem ihnen durch Säuren der Kalk entzogen worden, weiche, biegsame Röhrchen darstellen, deren Durchmesser dem jener Ringe so ziemlich entspricht, so ist Verfasser

1) Retzius, in Joh. Müller's Archiv. 1837. p. 486. — 2) Henle, Allg. Anat. p. 855.

dieses geneigt, mit Retzius jene Ringe auf dem Querschnitte für den wirklichen Ausdruck der Röhrenwände anzunehmen. Der Inhalt dieser Röhren ist zwar allerdings Kalk, allein er füllt dieselben bei weitem nicht aus, sondern es wird nur hier und da eine feine Granulation in der Höhle des Kanales bemerkt, ja es scheint der Kalk hauptsächlich der Wand des Kanales anzugehören und der in der Höhle des Kanales selbst abgelagerte Kalk ist vielleicht nur als ein Ueberschuss zu betrachten. Alle diese Röhren liegen in einer unter dem Mikroskope völlig gleichmässigen, structurlosen, in dünnen Schichten ganz durchsichtigen Grundsubstanz, ähnlich und vergleichbar der Grundsubstanz der Knochen. Nach Arnold [1]), Krause [2]) und Henle [3]) ist dieselbe faserig, und allerdings nach der Einwirkung verdünnter Säuren, welche die Knochenerde ausziehen, zeigt der zurückbleibende Knorpel eine faserige Structur, wie ich mich selbst überzeugt habe.

Die Knochensubstanz (Holzschn. Fig. 9. c.) oder das Cäment bedeckt als eine dünne Schicht die ganze Wurzel des Zahnes, besonders stark an der Spitze und zieht sich von da, immer dünner werdend, bis an den untern Rand des Schmelzes herauf. Sie unterscheidet sich von der gewöhnlichen Knochenmasse hauptsächlich durch den Mangel der Markkanälchen, durch die mehr unregelmässig zerstreuten und an einzelnen Stellen angehäuften Knochenkörperchen, welche mit zahlreichen Kalkkanälchen versehen sind, die hier und da ein dichtes, wirres Netzwerk bilden und in ihrer Hauptrichtung gegen die Höhle des Zahnes gehen. Ich habe den Längsdurchschnitt eines Eckzahnes vor mir, an dem diese Knochensubstanz nur an der Spitze der Wurzel deutlich und in gewöhnlicher Stärke vorhanden ist und sich an den Seiten sehr rasch verliert, dafür ist die ganze Wurzel von einer ziemlich hellen Schicht überzogen, welche keine Knochenkörper enthält, sich von der Knochenmasse durch eine helle, glänzende Linie abgrenzt, herauf bis an den Schmelz geht und sich auf dessen Anfange kolbig endigt. Ich kann diese Masse

---

1) Arnold, Physiologie des Menschen. Zürich. 1836. I. 117. — 2) Krause, Hdbch. d. Anat. I. 147. — 3) Henle, Allg. Anat. p. 855.

auch nur für Cäment halten, in welchem die Knochenkörperchen fehlen.

Der Zahnschmelz (Tab. II. Fig. 4. c. d. und Holzschn. Fig. 9. b.) bedeckt bekanntlich nur die Krone des Zahnes und ist die härteste und sprödeste Substanz des menschlichen Körpers. Auch er besteht aus feinen Fasern oder Cylindern, welche senkrecht auf der unterliegenden Fläche stehen, nach Innen einen mehr gewundenen, nach Aussen einen nur sanft wellenförmigen, nie ganz gestreckten Verlauf nehmen und ohne Zwischensubstanz unmittelbar an einander anzuliegen scheinen. Da der Schmelz nach aussen eine grössere Fläche haben muss, als nach innen, so langen die Cylinder, welche ursprünglich von der innern Fläche ausgehen, nicht zu, um die äussere Fläche vollständig zu bilden, es sind daher von aussen her mehrere ähnliche zwischen die andern gleichsam eingekeilt. Jede dieser Fasern hat wahrscheinlich eine prismatische sechsseitige Form und nach Retzius [1]) $\frac{1}{500}'''$ Durchmesser, ist übrigens mit regelmässigen Querlinien in bestimmten Abständen gezeichnet. Ausser diesen eigenthümlichen Schmelz-Prismen bemerkt man an feinen Längsschnitten noch ganz eigenthümliche, vom äussern Rande des Präparates aus schief über die Richtung der Schmelzprismen verlaufende braune Streifen (d), und da die braune Farbe von einer gesättigtern Linie aus allmählig verschwimmt, so entsteht dadurch das Ansehen einer Schichtung des Zahnschmelzes, welches Ansehen noch dadurch unterstützt wird, dass am Rande des Präparates, also auf der äussern Fläche des Zahnes, viele dieser Streifen mit einer wulstigen, den Zahngürtel völlig umgebenden Linie zusammenhängen. Bei gedämpftem Lichte bemerkt man jedoch ganz deutlich, dass diese Streifen nicht etwa von sich scharf absetzenden Schichten, sondern von regelmässig wiederkehrenden wellenförmigen Biegungen der Prismen herrühren, denn man sieht deutlich den ununterbrochenen Durchgang derselben durch die hellen und die dunkeln Streifen. Schon Henle [2]) und Retzius vermuthen diese Ursachen. Von diesen braunen Streifen unter-

---

1) Retzius, in J. Müller's Archiv. 1837. p. 535. — 2) Henle, Allg. Anat. p. 859.

scheidet nun Retzius noch eine Zeichnung oder einen Schatten, der von wellenförmigen Biegungen der Schmelzprismen herrührt. Ich gestehe, dass ich diese nicht habe unterscheiden können, es müssten denn damit jene unregelmässigen Biegungen gemeint sein, welche die Schmelzprismen nahe an ihrem innern Ende machen. Auch die auf Querschliffen des Schmelzes sich zeigenden concentrischen Linien kann ich, mit Retzius, nur von jener regelmässigen wellenförmigen Biegung der Prismen ableiten, da diese auf dem Querschliffe in verschiedenen Richtungen oder verschiedenen Winkeln getroffen werden müssen. Die Prismen, welche den Schmelz zusammensetzen, sind in den Zähnen Erwachsener nicht genau wahrzunehmen, nimmt man dagegen einen noch in seinem Säckchen eingeschlossen gewesenen Zahn und betrachtet dessen Schmelz auf einem feinen Querschliffe, so stellt dieser eine allerliebste Mosaik von sechsseitigen Prismen dar, welche Retzius [1]) auch abgebildet hat. Auch sieht man hier bisweilen an zertrümmerten Stückchen einzelne oder einige noch zusammenhängende Prismen und bemerkt, dass sie mit einem Ende auf der rauhen Fläche der Röhrensubstanz aufsitzen und mit einem abgerundeten, glatten Ende nach aussen gewendet sind.

Berzelius [2]) giebt über die chemische Zusammensetzung des Zahnes folgende Auskunft. Der Zahnknochen (Röhrensubstanz oder äusserer knochenähnlicher Ueberzug der Zahnwurzel?) enthält Knochenknorpel, aber weniger als andere Knochen, und die darin eingeschlossene Knochenerde weicht in ihrer Zusammensetzung beim Menschen von der der übrigen Knochen ab. Die Zusammensetzung war folgende:

Knorpel und Gefässe	28,0
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium	64,3
Kohlensaurer Kalk	5,3
Phosphorsaure Talkerde	1,0
Natron mit etwas Kochsalz	1,4
	100,0

Der Schmelz wird beim Glühen an seiner innern Seite sehr

1) Retzius, in J. Müller's Archiv. 1837. Tab. XXI. Fig. 9. — 2) Berzelius, Lehrb. der Chemie. IX. 553.

wenig, an seiner äussern gar nicht geschwärzt und verliert, wenn er gut ausgetrocknet war, nicht 2 p. C. an Gewicht. Die Analyse des Schmelzes von Menschenzähnen gab folgendes Resultat:

Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium	88,5
Kohlensaurer Kalk	8,0
Phosphorsaure Talkerde	1,5
Braune Häute am Zahnknorpel sitzend, Alkali und Wasser	2,0
	100,0

Die Entwickelung der Zähne hat Arnold [1]) zuerst richtig dargestellt, indem er aussprach, dass die Zahnsäckchen Einstülpungen der Schleimhaut des Mundes seien; doch hat er diese Wahrheit nur aus einzelnen eignen und fremden Beobachtungen geschlossen, nicht aber durch eine ununterbrochene Reihe von Untersuchungen dargelegt. Goodsir [2]) dagegen giebt eine genaue Beschreibung der ersten Vorgänge. Bei einem sechswöchentlichen, $7\frac{1}{2}'''$ langen Embryo finden sich zwischen den kaum angedeuteten Lippen und einer hufeisenförmigen Leiste, der ersten Spur des harten Gaumens, auf den Kiefern zwei bogenförmige Leisten, zwischen diesen eine seichte Furche, die primitive Zahnfurche; diese Leisten erheben sich bald mehr, die Furche wird dadurch tiefer und die Ränder jener legen sich, ohne zu verwachsen, an einander an. Bei einem Embryo aus der siebenten Woche und von $1''$ Länge war im Oberkiefer der äussere Wall ganz, der innere nur am Seitentheile gebildet. Der äussere Wall war dreimal nach innen eingebogen und theilte dadurch den Graben in drei Regionen, von denen die hintere zwischen zwei Wällen verlief, die mittlere und vordere aber nach innen offen war. Im Unterkiefer desselben Embryo fehlte dagegen der äussere Wall, der innere grenzte den Graben gegen die Mundhöhle hin ab und wölbte sich zugleich an einigen Stellen über denselben hin. Bei einem zweimonatlichen Embryo erstreckte sich der innere Wall im Oberkiefer weiter nach vorn und

1) Arnold, Salzb. med. Ztg. 1831. p. 236. — 2) *Goodsir, Edinb. med. and surg. journ. XXXI. 1. seqq.*

hinten, auch im Oberkiefer war der Graben deutlich begrenzt und tiefer. Auf dem Boden der hintern Abtheilung des Grabens zeigte sich ein isolirtes Wärzchen, ein zweites erschien am Rande des Walles in der zweiten Abtheilung; dieses war von aussen mit einer Lamelle bedeckt, die aus dem Walle hervorgewachsen war. An den entsprechenden Stellen des Unterkiefers waren zwei Wärzchen von ähnlicher Beschaffenheit. In der neunten Woche hatten sich beide Papillen mehr entwickelt, die Wälle stiessen vor und hinter der hintersten fast zusammen, zugleich traten in jedem Kiefer zu jeder Seite des Lippenbändchens zwei kleine Anschwellungen neben einander auf, jede nach vorn von einem erhabenen Saume bedeckt. Die der Mittellinie zunächst gelegene war die grösste und schien zuerst entstanden zu sein. Bei einem zehn Wochen alten Embryo hatten die Papillen sich schon in das Säckchen zurückgezogen, welches als Lamelle von der Basis jeder Papille emporgewachsen war, konnten aber noch durch die Oeffnung der Säckchen wahrgenommen werden. Auch die Säume um die zuletzt aufgetretenen Papillen waren deutlicher geworden und wandelten sich ebenfalls allmählig in Säckchen um. Im äussern Winkel des Grabens zeigte sich in dieser Periode eine neue Anschwellung, erst im Oberkiefer und 1—2 Wochen später auch im Unterkiefer. In der elften und zwölften Woche verschmelzen die Ränder der Wälle in den Zwischenräumen zwischen den Säckchen mit einander, es bleibt nur eine Nath, welche durch die Oeffnungen, die zu den Höhlen der Zahnsäckchen führen, unterbrochen wird. Die Wälle sind nun vordere und hintere Wand des *Processus alveolaris* geworden und in jedem *Processus alveolaris* liegen zehn Säckchen, in jedem Säckchen eine Papille und jede Papille sitzt mit der Basis am Boden des Säckchens fest, ragt in der dreizehnten Woche mit der Spitze noch zur Oeffnung des Säckchens heraus. Jede Papille hat schon die Form der Krone des Zahnes, zu dessen Bildung sie bestimmt ist. Der Form des Zahnkeimes entspricht auch einigermassen die Oeffnung des Säckchens. Der Rand des Schneidezahnsäckchens hat auf jeder Seite einen Einschnitt und ist demnach zweilappig, der Rand des Säckchens für den Eckzahn hat einen äussern und zwei innere Lappen und an den Säckchen der Backenzähne sind vier bis fünf Läppchen, jedes

Läppchen entspricht einem Höcker der Zahnkrone, jeder Einschnitt einer Furche derselben. Da von nun an die Papillen weniger rasch wachsen als die übrigen Theile des Kiefers, so werden sie von diesem, besonders aber von den Zahnsäckchen überragt, doch schliessen sich die beiden Ränder des vordern und hintern Walles vollkommen und fest erst in der sechszehnten Woche.

Das Zahnsäckchen ist also ein weiches, sehr gefässreiches, dabei ziemlich festes Bläschen, welches zwischen den Wällen des Zahnzellenrandes liegt und nach dem freien Kieferrande hin von der die beiden Wälle verbindenden Nath bedeckt wird. Im Innern ist das Säckchen glatt, so dass Bichat einen serösen Ueberzug annahm. Von dem Grunde dieses Säckchens erhebt sich der Zahnkeim, *Pulpa dentis* (ähnlich wie sich der Haarkeim in dem Haarsäckchen erhebt). Die Structur des Zahnkeimes ist eine ganz eigenthümliche. Aeusserlich ist er von einem glatten, festen, durchsichtigen Häutchen, *Membrana praeformativa* (Purkinje) überzogen, welches in einer structurlosen Grundsubstanz zahlreiche Zellenkerne zeigt und mir die grösste Aehnlichkeit mit einer zarten Knorpelschicht zu haben scheint, in welcher die Zellen einfach, ohne die gewöhnlichen Tochterzellen des Knorpels in sich einzuschliessen, nicht zu der Entwickelung gelangen, wie in dem gewöhnlichen Zellenknorpel. Die Substanz des Zahnkeimes besteht in der frühesten Zeit, bei seinem ersten Erheben in dem Grunde des Zahnsäckchens, aus runden, polyedrischen Zellen mit deutlichen Kernen, von denen aber mit der Vergrösserung des Keimes die oberflächlichen sich verlängern, und indem immer die Zellen einer Schicht nach der andern sich in die Länge strecken, stossen sie auf einander und verschmelzen zu Cylindern, an denen man aber die Kerne der frühern Zellen noch deutlich wahrnimmt und welche ziemlich senkrecht auf die Fläche des Zahnkeimes stossen. Unter diesen Zellen, weiter nach einwärts, finden sich nur verlängerte, noch nicht verwachsene Zellen und im Innern der Zahnpulpa rundliche Zellen in unregelmässiger Lage.

Wie nun in oder auf diesem Zahnkeime die eigentliche feste Zahnsubstanz entsteht, ist lange Gegenstand der Discussion ge-

wesen. Es fragt sich nämlich, ob der Zahnkeim zum Zahnbeine sich verhält wie der Knorpel zu dem Knochen, in den er übergeht, oder wie eine Drüse zu ihrem Absonderungsproducte, so dass der Zahnkeim die Masse des Zahnes in seinem Umfange absondert. In beiden Fällen würde aber der Zahnkeim durch den wachsenden Zahn beschränkt und verkleinert werden. In vielen Schriften sind die Verfasser ohne deutliche Erklärung über diesen Punkt weggegangen. Hunter [1]) lässt sowohl das Zahnbein durch Absonderung aus dem Zahnkeime, als den Schmelz durch Absonderung aus der Schmelzpulpa, die er für eine Drüse hält, entstehen. Meckel, der unsere Kenntniss von der Entwickelung der Zähne sehr bereichert hat, spricht sich gerade über diesen Punkt nicht aus. Sömmering [2]) sagt: *Gelatum vero facile a parte ossea recens nata separatur, neque etiam e gelato vasa in os transeunt.* E. H. Weber [3]) sagt auch, dass der Anfang der Krone ohne alle Verbindung an dem Zahnkeime anliege; Bichat [4]) dagegen lässt einen Zusammenhang durch verschiedene Gefässe bestehen, die Verknöcherung aber auf der das Gefäss- und Nervenpakt überkleidenden Membran fortschreiten, also nicht in das Innere des Keimes eindringen. Burdach [5]) lässt die Verknöcherung durch schichtenweises Absetzen auf der Oberfläche des Zahnkeimes entstehen, giebt aber dabei an, dass die innerste Schicht fest an dem Zahnkeime hafte. Valentin [6]) drückt sich mit folgenden Worten aus: Die erste Bildungsmasse des Zahnes besteht ebenfalls aus einem körnerhaltigen, fast durchsichtigen Stoffe. Nun ordnen sich die Kügelchen nach derselben Richtung, welche die spätern Fasern haben; fast schien es mir, als ob die Kügelchen selbst aufgelöst zu den Fasern eingingen, während die verbindende Gallerte hierbei eine mehr untergeordnete Rolle spielt. Man sieht, Valentin war

---

1) Hunter, Natürl. Geschichte der Zähne und Beschreibung ihrer Krankheiten. Lpzg. 1780. p. 98. — 2) *Sömmering*, *De corporis humani fabrica. Trajecti ad M.* 1794. *I.* 190. — 3) E. H. Weber, in Hildebrand's Anatomie. I. 212. — 4) Bichat, Allg. Anat. übers. v. Pfaff. II. 69. 70. — 5) Burdach, Die Physiologie. II. 2. Aufl. 592. — 6) Valentin, Hdbch. der Entwickelungsgeschichte. 482. u. R. Wagner's Handwörterbuch d. Physiologie. I. 730.

vor fast zehn Jahren dem wahren Verhältnisse nahe und spricht sich doch in seiner neuesten Arbeit[1]) gang unbestimmt und schwankend aus. Nach Purkinje[2]) soll zwar die *Membrana praeformativa* verknöchern, allein zwischen ihr und dem Zahnkeime sollen sich Zahnfasern absetzen, auch die Schmelzhaut soll Drüsenkerne enthalten, durch welche der Schmelz abgesondert wird. Arnold[3]) nimmt die Bildung des ersten Rudiments der Zahnkerne für eine Verknöcherung der *Membrana praeformativa*, die Weiterbildung geschieht aber durch schichtenweise Apposition von Zahnsubstanz, welche der Keim an seiner Oberfläche absetzt. Schwann[4]) ist sehr geneigt sich für die ältere Ansicht auszusprechen, dass nämlich das Zahnbein die verknöcherte Zahnpulpa selbst sei. Pfaff[5]), Owen[6]) und Henle[7]), und unter den Aeltern Jourdain sind dieser Ansicht bestimmt beigetreten. Auch Verfasser dieses kann mit voller Ueberzeugung sich für dieselbe aussprechen; den anschaulichsten Beweis erhielt er auf folgende Art: Wenn man den Zahnscherben von dem Zahnkeime abhebt, so bleiben an seiner innern Fläche, besonders aber am Rande, kleine Stückchen des Keimes in Form von feinen Fasern hängen, zerbricht man nun den Scherben und sucht die feinsten Splitter heraus, um sie unter dem Mikroskope zu betrachten, so erhält man oft die überzeugendsten Ansichten für obige Meinung. Diese Verknöcherung würde sich von der eines Knochens also dadurch unterscheiden, dass die Ablagerung des Kalkphosphates u. s. w. von der Peripherie nach dem Centrum fortschreitet und dass das Product der Verknöcherung dichter und härter ist. Da nun aber die Cylinder des Zahnbeines aus den cylinderartig an einander gereihten Zellen des Zahnkeimes hervorgehen, die Grundmasse aber aus der Intercellularsubstanz, so entsprechen auch die Cylinder den Knochenkörperchen und die Grundmasse des Zahnes der Grundmasse des Knochens. Dazu kommt noch, dass

---

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 730. — 2) *Purkinje, in Raschkow, Meletemata circa dentium evolut. p. 7.* — 3) Fr. Arnold, Physiologie des Menschen. II. 1287. — 4) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. p. 124. — 5) Pfaff, in Bichat's Allg. Anat., übers. v. Pfaff. p. 71. Anmerkg. — 6) *Owen, Ann. des sc. nat. 2e ser. XII. 216.* — 7) Henle, Allg. Anat. p. 871.

in den Röhren, wie in den Knochenkörperchen, Kalkerde in fein vertheiltem Zustande abgelagert wird.

Ist die Verknöcherung vorbereitet, so legt sich die Knochenerde unmittelbar unter die *Membrana praeformativa* in die Grundmasse und in die aus langgestreckten Zellen bestehenden Cylinder ab und dringt von da nach einwärts vor, während in gleicher Progression sich die Zellen zur Aufnahme der Verknöcherung vorbereiten. Dadurch wird aber der Zahnkeim immer mehr und mehr beschränkt, verkleinert, bis er so weit eingeengt ist, dass er dem bleibenden Zustande des Zahnes entspricht, den wir in der Weite seiner Höhle kennen lernen. Henle[1]) meint, dass die Zahnwurzel durch Verlängerung des Zahnkeimes und Verknöcherung von innen nach aussen entstehe, allein ich habe mich vollkommen überzeugt, dass die Verknöcherung an der Wurzel ebenso wie an dem Kronentheile vor sich geht, dass, wenn ich so sagen darf, jede der tiefer liegenden Schichten, welche auch die Krone bilden, erst an der Seite der Krone, dann an der Seite der Wurzel immer weiter herabgeht als die vorhergehende Schicht, daher auch die Wände der Wurzel dünner sind, als die der Krone. Durch die bis jetzt betrachteten Vorgänge wird aber nur erst das eigentliche Zahnbein gebildet, der Schmelz der Krone muss noch wo anders herkommen. Zur Bildung des Schmelzes ist innerhalb des Zahnsäckchens ein eigenes Organ, *Organon adamantinae* (Purkinje), vorhanden, welches sich dem Zahnkeime gegenüber entwickelt. Dasselbe hat manche Aehnlichkeit mit dem Zahnkeime, es besteht, wie dieser, in seinem Innern aus polygonen Zellen mit Kernen, die durch Fasern mit einander verbunden sind [Purkinje[2])], sich später ebenfalls verlängern, an einander stossen und die Grundlage für die Schmelzcylinder darbieten. Die Verknöcherung des Schmelzes und die Vereinigung mit dem Zahnbeine geschieht auf folgende Art: Das Schmelzorgan liegt, wie schon bemerkt, als eine weiche Masse dem Zahnkeime gegenüber, während nun die Verknöcherung des letzteren fortschreitet, das Zahnbein also gegen

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 873. — 2) *Purkinje, in Raschkow, Meletemata. Fig. 7. a.*

das Schmelzorgan sich andrückt und endlich mit seinem Kronentheile sich völlig in dasselbe eindrückt, legt sich das Schmelzorgan wie eine Mütze über die Krone des Zahnbeines, so dass es mit einem etwas wulstigen Rande an dem Halse des Zahnes endigt. Um diese Zeit beginnt nun auch die Verknöcherung des Schmelzorganes, indem die der *Membrana praeformativa* des Keimes zunächst gelegenen Schmelzcylinder die für sie bestimmte Zahnerde aufnehmen, darauf die zunächst nach einwärts gelegene Schicht, und so fort, bis das ganze Schmelzorgan von Knochenerde durchdrungen ist und sich dadurch zugleich von dem Zahnsäckchen ablöst.

Die *Membrana praeformativa* scheint weder in das Zahnbein, noch in den Schmelz überzugehen, denn in der ersten Zeit der Verknöcherung des Schmelzes lässt sich dieser von dem Zahnbeine abnehmen und dann findet man zwischen beiden ein feinzelliges Wesen mit einer homogenen Grundsubstanz, welches nach und nach völlig zu schwinden scheint. Derjenige Theil dagegen, welcher die Seitenwände des Zahnkeimes überkleidete und mit ihm wuchs, verknöchert ganz nach der gewöhnlichen Art der Knochen und stellt das Caement der Zahnwurzel dar. Die Wand des Zahnsäckchens verschmilzt mit der Auskleidung des Alveolus.

Ehe der Zahnkeim und das Schmelzorgan sich berühren, befindet sich zwischen ihnen und dem Zahnsäckchen eine röthliche oder gelbliche, dickliche Flüssigkeit, die nach Meissner[1]) phosphorsauren Kalk, salzsaure und schwefelsaure Neutralsalze, und beim Menschen eine fixe Säure, beim Kalbe ein freies Alkali enthält. Eine allerdings merkwürdige Erscheinung, welche zu ihrer Bestätigung wiederholter Untersuchungen bedarf. Mit fortschreitendem Wachsthume des Zahnes wird der Raum beschränkt, die Flüssigkeit nimmt an Menge ab, an Concentration zu, verliert sich aber endlich ganz. Sie dient vielleicht als Plasma, um der *Membrana praeformativa*, welche durch die Verknöcherung des Zahnkeimes von dem übrigen Körper isolirt wird, das nöthige Material zur Verknöcherung zuzuführen. Es ist ja der Bau und wahrscheinlich auch die chemische Mischung des Caementes eine andere als

1) Meissner, in Meckel's Archiv. III. 642.

die des Zahnbeines, ersterer nähert sich ganz den gewöhnlichen Knochen.

Das Wachsthum des Zahnes bis zu seiner Vollendung wird auf dieselbe Art wie die erste Entstehung der Zahnscherben vollbracht, d. h. dadurch, dass immer mehr und mehr von der in die Länge und bei Backzähnen auch in die Breite wachsenden Zahnpulpa verknöchert, die Knochenmasse also auch zur Bildung der Wurzel von allen Seiten in dem Zahnkeime sich absetzt. Dadurch wird nun auch der Zahn genöthigt, gegen den freien Rand des Kiefers vorzurücken und mag wohl durch seinen Druck etwas zur Resorption der betreffenden Stelle des Zahnsäckchens, des Zahnfleischknorpels und des Zahnfleisches beitragen, doch darf man diesem Drucke nicht zu viel Einfluss beimessen, denn es sind gewiss noch andere Ursachen dieser Resorption da. Das Zahnsäckchen z. B. muss schon ohne diesen Druck ganz allein verschrumpfen, weil seine eigentliche Function, die Bildung des Zahnkeimes und des Schmelzorganes, aufgehört hat; der Zahnkeim ist selbstständig geworden und das Schmelzorgan ist längst verknöchert, und damit sind eine Menge Blutgefässe, die zum Zahnsäckchen gingen, obliterirt. Nach alle dem Gesagten wachsen also die Zähne durch Intussusception, nur die hornartigen Zähne der Cyclostomen vergrössern sich durch einfache Apposition. Owen[1]).

Das Entstehen der bleibenden Zähne muss wesentlich auf dieselbe Art geschehen, wie das der ersten Milchzähne, es fragt sich nur, ob ihre Zahnsäckchen sich selbstständig entwickeln, oder ob sie durch eine Art Knospenbildung, Wucherung, aus den Milchzahnsäckchen hervorgehen. Das erste ist bestimmt der Fall bei den hintersten Backenzähnen, für welche die primitive Zahnfurche noch den Raum hergiebt. Die übrigen dagegen scheinen durch Wucherung an der hintern Wand der Milchzahnsäckchen zu entstehen. Die erste Vorbereitung dazu wird nach Goodsir schon in der 14ten bis 15ten Woche getroffen. Das erste Rudiment des Zahnkeimes soll eher vorhanden sein als die Wand des Säckchens, welches sich erst aus zwei Hautfalten neben dem Keime hervorbildet, über dem Keime schliesst und mit

---

1) *Owen, Ann. d. sc. nat. sec. sér. XII.* 217.

dem Milchzahnsäckchen in einer Zahnzelle liegt. Später, wenn die Milchzähne durchbrechen, trennen sich die Säckchen der bleibenden Zähne von dem Muttersäckchen mehr ab, und indem sich aus dem Grunde der frühern Zahnfurche eine Scheidewand zwischen beiden erhebt, bekommt nun der bleibende Zahn seinen eignen Alveolus, der nach oben aber noch lange mit der Milchzahnzelle zusammenhängt. Eine von dem bleibenden Zahnsäckchen herüberlangende, rundliche, Anfangs gefässreiche Fortsetzung ist auch *Gubernaculum dentis* genannt worden.

Der Durchbruch der Milchzähne geschieht gewöhnlich in folgender Ordnung: Zuerst erscheint das mittlere Paar der untern Schneidezähne zu Anfange des siebenten Monats, bald darauf das mittlere Paar der obern Schneidezähne, und darauf wieder einige Wochen später das äussere Paar der untern oder obern Schneidezähne. Sind alle Schneidezähne hervorgetreten, so folgt das erste Paar der Backenzähne, sei es im Ober- oder im Unterkiefer. Dabei ist gewöhnlich das erste Lebensjahr verflossen, so dass der nun erfolgende Durchbruch der Eckzähne, gewöhnlich zuerst der untern, in das zweite Jahr fällt. Das zweite Paar der Backenzähne bricht gegen das Ende des zweiten Jahres oder zu Anfange des dritten durch. Erst im siebenten oder achten Jahre bricht der dritte Backenzahn durch, welcher nicht gewechselt wird.

Im siebenten Jahre beginnt gewöhnlich auch der Zahnwechsel in folgender Reihenfolge. Nachdem die Milchzähne durch Atrophie ihres Zahnkeimes, vielleicht auch durch eine theilweise Resorption ihrer Wurzeln locker geworden sind, fallen zuerst die untern Schneidezähne, im achten Jahre die obern Schneidezähne und vom zehnten bis zwölften Jahre die Eck- und Backenzähne aus. Für diese Zähne treten nun die bleibenden Zähne ein, zuerst die obern und untern mittlern Schneidezähne im siebenten, die äussern Schneidezähne im achten Jahre. Darauf folgt das erste Paar der Backenzähne im Oberkiefer, dann im Unterkiefer, im dreizehnten oder vierzehnten Jahre das zweite Paar der Backenzähne oben und dann unten, mit ihnen zugleich oder bald darauf brechen die bleibenden Eckzähne, und endlich im sechzehnten oder siebzehnten Jahre treten die vierten Backen-

zähne durch. Das fünfte Paar der Backenzähne kommt in ganz unbestimmter Ordnung, im achtzehnten bis fünf und zwanzigsten Jahre, ja wohl noch später, bald oben bald unten zuerst zum Durchbruche. Bei vielen Menschen fehlen sie auch ganz.

Ueber den Nutzen des Zahngewebes ist wohl nicht viel zu sagen, da er so einleuchtend ist, dass ihn Jedermann schon kennt. Es ist vorzüglich die Härte und Unauflöslichkeit des Schmelzes, welche die Zähne geschickt macht, die Speisen zu zermalmen, während das Zahnbein, als Grundlage des Ganzen, die Form und Befestigungsart des Zahnes bestimmt.

§. 76.

In den bis jetzt betrachteten Gebilden kamen Fasern nur nebenbei und ausserwesentlich vor und die Entwickelung derselben schien aus der Intercellularsubstanz zu erfolgen. Wir kommen nun zu Gebilden, welche wesentlich aus Fasern bestehen, die aus einer Metamorphose der Zelle selbst hervorgegangen sind; es gehört dahin das Bindegewebe, das elastische Gewebe, die unwillkührliche Muskelfaser, die willkührliche Muskelfaser und die Nervenfaser.

§. 77.

Das Bindegewebe. Dieser Name bezeichnet jetzt nach dem Vorgange von J. Müller[1]) erstens das, was man früher Zellgewebe nannte, nämlich das lockere, weiche, dem blossen Auge fast formlos erscheinende Gewebe, welches, aus feinen Fasern bestehend, die übrigen Gewebtheile der Organe mit einander verbindet und die grössern Organe oder Theile von einander scheidet und genauer als formloses Bindegewebe bezeichnet wird; zweitens die Grundlage mehrerer Theile, die man sonst als aus besondern Gewebtheilen bestehend betrachtete, als das Neurilem, die fibrösen Häute und Fascien, die Sehnen und Bänder, die serösen Häute nach Entfernung des Epithelium, die Schleimbeutel, die *Tunica nervea intestinorum*, die *Pia mater* und *Arachnoidea*, das Grundgewebe der Schleimhäute, der Cutis, die *Tunica dartos*, so

---

1) Joh. Müller, Physiologie. I. 450.

wie die Balken in den *Corporibus cavernosis penis*, *urethrae et clitoridis*. Das Gewebe aller dieser Gebilde fasst man auch mit dem gemeinschaftlichen Namen: geformtes Bindegewebe, zusammen. Das ungeformte und das geformte Bindegewebe sind nicht scharf von einander geschieden und sehr oft geht eins in das andere unmittelbar über.

Das Element alles Bindegewebes ist eine lange, gleichmässige, ungetheilte, mit scharfen Conturen gezeichnete Faser, die Primitivfaser des Bindegewebes (Tab. I. Fig. 25. 26. u. 27.). Mehrere dieser Fasern treten in Bündel zusammen, welche oft von den Kernfasern (vergl. S. 220 — 21) in Form von weitläufigen Spiralen, Ringen oder Halbringen, oder auch von mehreren dieser Formen umgeben oder parallel begleitet werden. Nicht selten findet man nach Henle [1]) auch Bindegewebsbündel, an denen man der Länge nach in Reihen geordnete, rundliche oder längliche Kerne bemerkt, die sich zu Fasern ausdehnen, sich mit einander vereinigen und so die interstitiellen Kernfasern darstellen; diese laufen in mancherlei Wellenlinien oder grössern Bogen zwischen den eigentlichen Bindegewebsfasern hin und schnellen, wenn sie zerschnitten werden, nicht selten zu einem Knäuel zusammen (b). Diese Kernfasern unterscheidet man von den übrigen Fasern des Bindegewebes durch die dunklern Conturen und durch die Unauflöslichkeit in Essigsäure, ja sie werden durch Anwendung dieser Säure erst recht sichtbar, weil die nebenliegenden Zellenfasern aufgelöst oder doch durchsichtig gemacht werden. Die Bündel des Bindegewebes, von mehr oder weniger Kernfasern begleitet, vereinigen sich zu stärkern Fasern oder Strängen, die bald netzförmig mit einander verflochten, bald in mehr parallelem Laufe dahingehend die verschiedenen Gebilde des geformten Bindegewebes darstellen.

Das formlose Bindegewebe (Tab. I. Fig. 25.) besteht aus den primitiven Bündeln, die sich auf verschiedene Art an einander legen, dabei Primitivfasern vielfach austauschen, kleine Blättchen darstellen, die unter den verschiedensten Winkeln an einander liegen, dadurch einzelne zellenartige Räume abgrenzen, die

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 352.

man durch Lufteinblasen sichtbar machen kann und die im Leben stets von einer dem Blutserum ähnlichen Flüssigkeit, dem Plasma, mässig angefüllt sind. Dass durch die eigne Wärme des Körpers oder durch erhöhte Temperatur von aussen ein Theil dieses Plasma Dunstform annehme, wie man früher glaubte, ist nach physikalischen Gesetzen bei der gewöhnlichen Temperatur, dem herrschenden Luftdrucke u. s. w. nicht möglich, und wenn bei höherer äusserer Temperatur die Haut anschwillt, voll und mehr turgirend, in der Kälte dagegen mehr zurücksinkt und faltig wird, so ist diese Erscheinung abhängig von verstärktem Blutzufluss nach der Peripherie, wodurch das Material herbeigeschafft wird, und von dem Zustande des Nervensystems, welcher, wie wir später sehen werden, auf die Spannung der Wände der Capillaren, auf den Durchmesser dieser Gefässe und auf die Schnelligkeit des Blutflusses durch dieselben von dem entschiedensten Einflusse ist. Die Vollheit der Theile nennt man Lebensturgor, *Turgor vitalis;* er kann bei plötzlichen Nervenaffectionen, Schreck, Furcht, Ohnmacht u. s. w. ebenso plötzlich schwinden und mit ihm die natürliche Wärme des Körpers. Der *Turgor vitalis* ist ein Zeichen kräftiger Lebensäusserung. — In vielen Zwischenräumen des Bindegewebes sind Fettzellen angehäuft (s. Art. Fettzellen, S. 263). Eine eigne Anordnung der Bündel findet man bisweilen an dem parenchymatösen Bindegewebe oder Organenzellgewebe, d. i. dasjenige, welches innerhalb der verschiedenen Organe die Gewebtheile mit einander verbindet; es werden nämlich bisweilen breitere Lamellen dargestellt, welche hautartig einzelne Abtheilungen der Organe von einander absondern, wie in den Hoden und andern Drüsen die Lappen und Läppchen, vielleicht auch in der Leber.

In Bezug auf den Gefässreichthum des formlosen Bindegewebes herrscht die grösste Verschiedenheit; an einigen Stellen verlaufen sehr dichte Gefässnetze, an andern dagegen werden nur sparsame Gefässverzweigungen bemerkt. Der Gefässreichthum gehört meistens nicht dem Bindegewebe selbst an, sondern einem andern unmittelbar angrenzenden Theile, und die Gefässe verbreiten und vertheilen sich im Bindegewebe nur darum, um sogleich mit einer Menge feinerer Zweige an den Ort ihrer Bestim-

mung eindringen zu können. So sehen wir es z. B. an der *Tunica nervea intestinorum*, an dem Zellgewebe im Innern der Drüsen.

Der Nutzen des formlosen Bindegewebes ist ein sehr mannigfaltiger: 1) Vermittelt es als parenchymatöses Bindegewebe die Verbindung der Gewebtheile der Organe zu einem Ganzen, z. B. die einzelnen Muskelbündel zu einem Muskel, die einzelnen Läppchen einer Drüse zu einer ganzen Drüse. 2) Trennt es als interstitielles Gewebe einzelne Theile und Organe von einander, z. B. die Muskeln, zu welchem Zwecke es sich oft zum fibrösen Gewebe verdichtet. 3) Dient es als Befestigungsmittel und Polster für die zwischen den Organen und Geweben verlaufenden Gefässe und Nerven. 4) Da sich in den Räumen des Bindegewebes stets eine Menge Plasma ergossen findet, von dem der Lebensturgor abhängt, so haben wir also auch diesen der eigenthümlichen Beschaffenheit des ungeformten Bindegewebes zu danken. 5) Da ergossene Stoffe, seien sie gasförmig oder tropfbar flüssig, sich im Bindegewebe rasch und weit ausbreiten, so kommen sie dadurch mit einer grossen Menge von Blut- und Lymphgefässen in Berührung, wodurch deren Aufsaugung sehr begünstigt und auf jeden Fall rascher vollbracht wird, als wenn diese Stoffe in einem begrenzten engen Raume angehäuft würden.

Geformtes Bindegewebe ist dasjenige, welches durch dichteres Aneinanderrücken seiner Primitivfasern und Bündel fester wird und durch schärfere Begrenzung nach aussen eine bestimmte Form annimmt. Die Grenze zwischen jenem und diesem ist nicht scharf, eins geht oft unmittelbar in das andere über. So verlieren sich z. B. die Fascien bei schwächlichen Personen sehr oft in ungeformtes Bindegewebe, und die *Tunica intestinorum propria* ist bald als eine besondere Haut beschrieben, bald nur als eine Schicht Bindegewebe zwischen Schleimhaut und Muskelhaut betrachtet worden.

Dem ungeformten Bindegewebe noch sehr nahe stehend, finden wir das Neurilem, d. i. die theils lockere, theils festere Hülle der Nerven, welche nur an dem äussern Umfange grösserer Stämme so dicht aus Bindegewebfasern gewebt ist, dass sie an das fibröse oder sehnige Gewebe erinnert. Nach auswärts geht das

Neurilem in das ungeformte interstitielle Bindegewebe, und nach einwärts in das die einzelnen Nervencylinder zu kleinern Bündeln vereinigende Gewebe über. Das die Primitivfasern selbst und unmittelbar umfassende Bindegewebe ist sehr zart und streift sich bei der Untersuchung der Primitivfasern so leicht ab, dass es gewöhnlich, wenn die Aufmerksamkeit nicht besonders darauf gerichtet ist, übersehen wird. Die Fasern dieses Neurilems gehen meist den Nervenfasern parallel, nach aussen aber, wo es, wie schon bemerkt, um die stärkern Stämme auch eine festere Schicht bildet, ist es auch mit schiefen und querlaufenden Fasern untermengt und wird wohl auch als äussere Scheide der Nerven besonders unterschieden.

Die fibrösen Häute und Fascien stellen die verschiedensten Grade der Entwickelung des Bindegewebes dar, denn während die bei schwächlichen Menschen unvollkommen entwickelten Fascien und Muskelscheiden unmittelbar in das ungeformte Bindegewebe übergehen, grenzen die stärkern Fascien ihrem Gewebe und oft auch ihrer Lage nach unmittelbar an die Sehnen. Ueberhaupt haben die fibrösen Häute mit vielen andern Geweben den innigsten Zusammenhang. Da, wo sie mit einer Fläche frei liegen, gewöhnlich in einer geschlossenen Höhle, bedecken sie sich mit einem Epithelium, am häufigsten mit Pflasterepithelium, und grenzen dadurch unmittelbar an die serösen Häute, wie der fibröse Ueberzug mehrerer Eingeweide, der Milz, der Hoden u. s. w. So wie diese fibrösen Häute an vielen Stellen unmittelbar mit der Knochenhaut zusammenhängen, Ursprünge der Fascien, so können sie selbst die Knochenhaut ganz ersetzen, wie die *Dura mater*, welche eigentlich eine mit Epithelium belegte fibröse Knochenhaut ist. Eine auf beiden Seiten mit Epithelium belegte fibröse Haut sehen wir am Trommelfelle und an der Haut des runden Fensters. Nicht selten giebt der fibröse Ueberzug eines Organs scheidewandartige Fortsetzungen in das Innere des überzogenen Organs, um einzelne Lappen desselben von einander zu sondern, Hode, oder selbst die festere Grundlage des ganzen Organs darzustellen, Milz. Wenn solche von fibrösen Häuten umgebenen Organe durch Muskeln bewegt werden, so verweben sich die Sehnen dieser Muskeln unmittelbar mit der fibrösen Haut,

die Muskeln des Augapfels mit der Sclerotica, die Muskeln des Penis mit dessen sehniger Hülle.

Hier können wir nur kurz die histiologischen Eigenthümlichkeiten derjenigen dieser Häute angeben, welche entweder mehr allgemein verbreitet sind, oder mit solchen übereinkommen, da die übrigen in der speciellen Physiologie ihren Platz finden werden.

a) Die Fascien der Muskeln bestehen aus Bindegewebsfasern, die in feste, glänzende und platte Bündel vereinigt sind; solche Bündel liegen entweder nur einzeln zerstreut und haben zwischen sich lockeres Bindegewebe oder schwächere Bündel, wie auf dem *Musculus deltoideus*, die Fascie auf der Beugeseite des Armes, besonders schwächlicher Menschen; oder die Bündel liegen dicht gedrängt, fest mit einander verwebt und stellen dann feste, glänzende, auch wohl ziemlich starke, etwas elastische Membranen dar, welche auf beiden Seiten mit einer Schicht ungeformten Bindegewebes bedeckt sind. Der Reichthum dieser Fascien an Kernfasern ist sehr verschieden, deutliche elastische Fasern sind hier und da eingemengt, besonders auf den Streckseiten der Glieder.

Der Nutzen der Fascien beruht auf ihrer Festigkeit und Elasticität; sie halten die Muskeln der Gliedmassen in ihrer Lage, ohne deren Bewegung zu hindern, sie schützen dieselben gegen äussere mechanische Verletzungen und durch ihren Zusammenhang mit den Sehnen sichern sie die Bewegung. An vielen Punkten, wo der Knochen nicht Raum genug für den Ursprung der Muskeln darbietet, gewähren sie hinlänglich Platz dazu. Die Fascien des Beckens sichern noch die Lage mancher Eingeweide und Blutgefässe.

b) Die festen weissen Hüllen vieler Eingeweide stehen den eben betrachteten Fascien sehr nahe. Die Anordnung der sie zusammensetzenden Bindegewebsfasern ist bei verschiedenen sehr verschieden. In dem Ueberzuge der Milz sind sie nicht in Bündel gefasst, sondern unmittelbar vielfach mit einander verwebt, verfilzt, so dass es einiger Maceration bedarf, um die Elementarfasern wahrnehmen zu können. In der *Dura mater* laufen Bündel in verschiedenen Richtungen durch einander und tau-

schen sehr oft die Primitivfasern aus. In der *Albuginea* des Hodens und in der *Sclerotica* laufen in der äussern Schicht die Primitivfasern gleichmässig durch einander, während die tiefern Schichten eine Anordnung in Bündel zeigen, welche jedoch bei der *Sclerotica* deutlicher ist als bei der *Albuginea* des Hodens. Mehrere dieser Hüllen schicken nach einwärts in das Organ Fortsetzungen vielfach verschlungener Bündel, welche dann den Charakter der äussern Hülle beibehalten und dichten Ausbreitungen grösserer Gefässe zur Grundlage dienen, so bei der Milz, dem Penis und der Clitoris; mehr plattenartig, wie Scheidewände, treten diese Fortsetzungen in einigen drüsigen Organen auf, Hoden, Prostata; ein eigenthümliches Gewebe wird auf diese Weise in den Ovarien dargestellt.

Diese umhüllenden fibrösen Membranen haben im Allgemeinen den Zweck, das umhüllte Organ zu schützen, fester zusammenzuhalten, seinem weichen Gewebe nach aussen bestimmte Form zu geben, Milz, Nieren, Hoden, Augen u. s. w. Die *Dura mater* z. B. ist ein nicht unwichtiger Schutz für Gehirn und Rückenmark und durch ihre Festigkeit verhindert sie eine zu starke Ausdehnung der in ihr laufenden venösen Sinus. Der Penis könnte gar nicht mit der Festigkeit erigiren, die zu seiner Function nöthig ist, wenn er nicht von einer starken fibrösen Hülle umgeben wäre. Weniger wichtig ist das fibröse Gewebe des Herzbeutels.

c) Die Knochenhaut, *Periosteum*, ist ebenfalls aus Bindegewebe dargestellt und überhaupt den fibrösen Häuten sehr ähnlich, hat auch mit denselben an vielen Stellen den innigsten Zusammenhang und zwar allemal da, wo Fascien sich an Knochen befestigen, und an solchen Stellen sind dann auch die Fasern beider mit einander verwebt. Was nun die histiologische Eigenthümlichkeit der Knochenhaut anbetrifft, so ist sie nicht überall gleich; da wo das Periosteum rein, unvermischt erscheint, besteht es aus einem dichten Geflechte einzelner Bindegewebsfasern und Bindegewebsbündel, in welches sich viele Kernfasern mit einweben. Im Allgemeinen kann man auch sagen, dass das Periosteum sehr gefässreich sei, doch haben diese Gefässe nicht dasselbe, sondern den Knochen zu ernähren; sie dringen daher

auch, sobald sie sich in der Knochenhaut ausgebreitet und verkleinert haben, auf allen Punkten in den Knochen ein. Wo der Knochen an Knorpel grenzt, geht das Periosteum unmittelbar in das Perichondrium über, welches sich nur durch Armuth an Blutgefässen von demselben unterscheidet. (Nur auf den Gelenkflächen fehlt es gänzlich.) Wo der Knochen ohne anderweitige Bedeckung offne Höhlen bilden hilft, wird das Periosteum lockerer, noch gefässreicher, nimmt wohl auch einfache Drüsen in sich auf, bedeckt sich mit Epithelium, kurz es geht in Schleimhaut über, und zwar tritt die Natur der Schleimhaut um so reiner hervor, je mehr dieselbe unmittelbar mit der Aussenwelt in Berührung kommt, Haupthöhle der Nase, Nebenhöhlen. Wo sich feste Bänder oder Sehnen an die Knochen ansetzen, verweben sie sich auf das innigste mit der Knochenhaut.

Die Bänder der Knochen, *Ligamenta ossium*, sind aus Bindegewebe gebildete, feste, glänzende, etwas elastische, meist platte Stränge, welche zur Befestigung der Knochen unter einander dienen, indem sie von einem auf den andern übergehen. Bei genauerer Betrachtung findet man diese Bänder aus mit blossen Augen schon sichtbaren Bündeln bestehend, die durch lockeres ungeformtes Bindegewebe mit einander verbunden sind. Jedes solches Bündel ist nun aus den mikroskopischen Bindegewebsbündeln und aus einfachen Fasern zusammengesetzt. Diese Bündel und Fasern laufen parallel mit wenig Wellenbiegungen von einem Knochen auf den andern über, wenige Bündel gehen auch schräg. Kernfasern sind wenige zu bemerken. Nach aussen sind diese Bänder mit einer Schicht lockerem Bindegewebes bedeckt, welche sie auch noch zwischen ihre Bündel aufnehmen, nach einwärts, oder auf der dem Knochen zugewendeten Seite sind sie gegen die Enden hin mit dem Periosteum verflochten, wo sie über Gelenke hinweggehen, sind sie mit der Synovialhaut verbunden, tragen vielleicht selbst hier und da unmittelbar das Epithelium, die Gelenkhöhle.

In einigen Gelenken, wie im Kiefergelenke, im Handgelenke zwischen *Ulna* und *Os triquetrum* und im Kniegelenke, befinden sich elastische Scheiben, aus Bindegewebsbündeln dicht gewebt, welche fast die Festigkeit des Knorpels und eine

noch mehr ausgebildete Elasticität haben; sie sind von der Synovialhaut überkleidet und durch sehnige Fasern mit der Gelenkkapsel oder dem Knorpel verbunden. Die diese Scheiben zusammensetzenden Faserbündel laufen dem Umfange des Gelenkes parallel und enthalten viele parallele, aber wenig umspinnende Kernfasern. Die fälschlich sogenannten Knorpelscheiben, die in einigen Sehnenscheiden, z. B. in der des *Tibialis posticus*, *Peronaeus longus* u. a., gefunden werden, so wie die *Labra cartilaginea* einiger Gelenkflächen bestehen aus demselben Gewebe. Von Henle werden mit Recht auch die Knorpelscheiben der Augenlieder hierher gerechnet, in ihnen laufen aber die Fasern nicht parallel, sondern vielfach mit einander verflochten, fast verfilzt.

Die Sehnen (Tab. I. Fig. 26.) bestehen ganz aus denselben Elementen, sie sind ebenfalls aus Bündeln zusammengesetzt, die durch Zellgewebe verbunden werden, und jedes dieser Bündel besteht wieder aus den Primitivfasern des Bindegewebes; diese liegen eng und fest an einander, gehen in mehr oder weniger wellenartigem Verlaufe parallel mit einander fort und verweben sich bei ihrem Ansatze an den Knochen innigst mit dem Periosteum. Von dem wellenartigen Verlaufe der Primitivfasern könnte man die Elasticität der Sehnen ableiten, wenn nicht andere ähnliche Gebilde mit gestrecktem Laufe der Fasern auch elastisch wären. Sowohl umspinnende als parallele Kernfasern kommen nur sparsam vor. So wie die Sehnen innig mit der Knochenhaut zusammenhängen, so gehen sie fast ebenso oft in fibröse Häute über, wie die Sehnen des *Glutaeus maximus* in die *Fascia lata*, die des *Biceps brachii* in die Fascie des Armes. Nach aussen haben sie gewöhnlich sehr wenig lockeres Zellgewebe.

Bänder und Sehnen erhalten nur wenig Blutgefässe, und Nerven sind noch gar nicht bis in ihr Inneres verfolgt worden.

Seröse Häute. Den histiologischen Charakter der serösen Häute kann man wohl mit Henle am besten so ausdrücken: sie bestehen aus einer Schicht verdichteten oder geformten Bindegewebes, welche auf der einen Seite mit dem sogenannten subserösen Bindegewebe unmittelbar zusammenhängt und in dieses übergeht, auf der andern, gewöhnlich einer geschlossenen Höhle

zugewendeten Fläche, mit einem Epithelium bedeckt ist. Es ist aber nicht jede geschlossene Höhle ein seröser Sack, z. B. die *Bursae subcutaneae*, die Augenkammern. Dagegen kommen aber wirkliche seröse Ueberzüge vor, welche keine geschlossenen Säcke bilden, so hat z. B. das Bauchfell des Weibes die Oeffnungen der Muttertrompeten und in den Hirnventrikeln liegt das Epithelium unmittelbar auf der Nervenmasse, es fehlt also hier die bindegewebige Grundlage und streng genommen kann man nicht sagen, dass sie von einer serösen Haut ausgekleidet sind, sondern nur von einem Epithelium, dagegen findet sich unter dem die *Plexus choroidei* bedeckenden Epithelium eine deutliche Schicht Bindegewebe, folglich ist hier eine vollständige seröse Haut gebildet, welche aber weit entfernt ist, einen serösen Sack darzustellen. Dazu kommt noch, dass anerkannt seröse Häute an gewissen Stellen, wie man sich auszudrücken pflegt, mit einer unterliegenden fibrösen Haut verwachsen, oder, richtiger gesagt, das Epithelium liegt nicht auf einer besondern Schicht Bindegewebe, sondern auf einer fibrösen Schicht, wie z. B. auf der Albuginea des Hodens u. a. a. O. Hiernach könnte man auf den Gedanken kommen, nur die Pflasterepitheliumschicht als wesentliches Element der serösen Häute zu betrachten, allein abgesehen davon, dass dann manches Schleimhautgebilde mit hierher gerechnet werden müsste, so bleibt es mit wenig Ausnahmen doch wahr, dass in den bis jetzt als seröse Häute betrachteten Membranen Bindegewebe unter dem Epithelium liegt, sei dieses nun als eine besondere Schicht vorhanden, oder gehöre es einer fibrösen Haut an. Auf diese Art weicht auch die den neuern Forschungen entsprechende Bestimmung von der ältern Ansicht am wenigsten ab, wollte man aber nur das Pflasterepithelium, wo es Höhlen austapezirt, für eine seröse Haut gelten lassen, so würde man den ältern, gewohnten Begriff mehr als nöthig ist verlassen.

Das den serösen Häuten eigenthümliche Bindegewebe unterscheidet sich von dem untergelegenen subserösen lockern, ungeformten Bindegewebe durch eine regelmässigere Anordnung und dichtere Verflechtung seiner Bündel, welche oft ihre Primitivfasern austauschen und so ein dichtes Netz mit länglichen Maschenräumen darstellen, welche an der Arachnoidea durch eine

fein granulirte Masse ausgefüllt sind. Im Netze des Menschen findet sich eine ähnliche Anordnung, doch konnte ich die feinen Granula, welche Henle an der Arachnoidea bemerkt und abgebildet hat, hier nicht wieder finden. Vergl. Tab. I. Fig. 27. Die Bündel selbst durchkreuzen sich zwar in verschiedener Richtung, behalten aber doch im Ganzen eine Hauptrichtung bei; so fand ich sie im Netze im Allgemeinen nach der Längenaxe des Körpers gerichtet. Die eben erörterte Natur der serösen Häute tragen folgende Membranen deutlich an sich: die Arachnoidea, die Pleura, der Herzbeutel, die Bauchhaut, die Scheidenhaut des Hodens und die Synovialkapseln.

Function und Nutzen der serösen Häute. In allen von serösen Häuten ausgekleideten Höhlen findet man nach dem Tode eine geringe Menge Wasser angehäuft. Im Leben wird bisweilen, aber aus verschiedenen Ursachen, dieses Wasser krankhaft vermehrt und stellt dann die Wassersucht der verschiedenen Höhlen dar. Es kann nun die Frage gestellt werden, ob die Absonderung dieses Wassers etwas Specifisches, oder ob sie nur als das Austreten des überall den Körper durchdringenden Blutserum oder Plasma sei. Wenn man den einfachen Bau der serösen Häute betrachtet, an denen für eine besondere Absonderung durchaus kein Apparat bemerkbar ist, ferner das Product der Absonderung selbst, welches vorherrschend wässerig ist, auch durchaus keine eigenthümlichen Stoffe zu enthalten scheint [Berzelius[1]) hat die seröse Absonderung für Blutwasser mit 7 Wasser verdünnt, erklärt, dem auch Magendie[2]) beitritt], so kann man diese Absonderung nur für ein Durchtreten des allgemein verbreiteten Serum in die geschlossenen Höhlen ansehen. Dass die abgesonderte Flüssigkeit so verdünnt ist, hat vielleicht seinen Grund in der Epitheliumschicht, welche nur die ganz dünnflüssigen Theile im gesunden Zustande durchtreten lässt. Da nun aber diese Flüssigkeit im gesunden Zustande nur in geringer Menge vorhanden ist, so fehlt es noch an einer chemischen Analyse derselben. Von krankhaft vermehrten serösen Abson-

---

1) Berzelius, Chemie. IX. 198. — 2) *Magendie, Précis élémentaire etc. II.* 438.

derungen sind zwar mehrere Untersuchungen da, allein da mit Wassersuchten in der Regel eine veränderte Mischung des Blutes verbunden ist, so ist in physiologischer Beziehung kein grosser Werth darauf zu legen. Berzelius giebt folgende Analyse des bei einer Hirnhöhlenwassersucht gefundenen Wassers:

Albumin	1,66
In Alkohol lösliche Substanz mit milchsaurem Natron	2,32
Chlorkalium und Chlornatrium	7,09
Natron	0,28
In Alkohol unlösliche thierische Substanz . . .	0,26
Phosphorsaure Erdsalze	0,09
Wasser	988,30
	1000,00

Marchand erhielt aus einer Bauchwassersucht ähnliche Resultate, nur fanden sich auf 100 Theile 0,42 Harnstoff. Mulder ebenfalls aus einer Gehirnwassersucht und Marcet in dem Wasser aus dem Rückenmarkskanale. Solche Analysen haben nur bei genauer Kenntniss des Falles Werth, wo man beurtheilen kann, wie viel Congestionen, gestörte Blutcirculation, fehlerhafte Blutmischung, Colliquation u. s. w. Antheil an der Bildung der Wassersucht gehabt haben. Früher glaubte man, die eben betrachtete Flüssigkeit sei im Leben als Dunst vorhanden, indess schon Davy [1]), Berzelius [2]) und Magendie [3]) machen darauf aufmerksam, wie diese Ansicht mit den physikalischen Gesetzen gar nicht übereinstimme, und E. H. Weber [4]) und Joh. Müller [5]) haben diesen Irrthum dadurch beseitigt, dass sie zeigten, wie die Eingeweide die betreffenden Höhlen so vollkommen ausfüllen, dass ein Gas gar nicht Platz hat. Von diesem Ausfüllen der Höhlen kann sich Jeder leicht überzeugen, wenn er ohne Verletzung des Bauchfelles oder Brustfelles bei Säugethieren oder Menschen

1) *Davy, Philos. Transact. of the Year* 1822. — 2) Berzelius, Lehrb. d. Chemie. IX. 197. — 3) *Magendie, Précis élément. II.* 438. u. *Journ. de physiol. exp.* 1827. *Janv.* — 4) *E. H. Weber, De cavitat. c. h. materiis solidis et liquidis plane expletis*, in *Pusinelli, Additamenta quaedam ad pulsi cognitionem. Lips.* 1838. — 5) Joh. Müller, Hdbch. der Physiologie. I. 4. Aufl. p. 343.

einen Theil der Bauchmuskeln oder der Intercostalmuskeln entfernt. Durch diese seröse Absonderung wird nun die Bewegung der in den Höhlen enthaltenen Eingeweide des Blutlaufes, der Respiration und der Verdauung, so wie die pulsatorische Bewegung des Gehirns erleichtert. Durch die seröse Haut werden die Höhlen und die Eingeweide erst scharf abgegrenzt. Nicht weniger wird auch die Bewegung der Gelenke durch die in den Gelenken abgesonderte Flüssigkeit erleichtert. Diese Flüssigkeit, *Synovia*, ist den andern serösen Absonderungen ähnlich, nur enthält sie weniger Wasser (vergl. Berzelius, Thierchemie, p. 564.) und durch eigne Gelenkdrüsen ist ihr oft eine fettige Beimischung gegeben.

Die falschen serösen Häute oder Schleimscheiden und Schleimbeutel (Henle). Die hier zu betrachtenden Gebilde sind solche, welche zwar das äussere Ansehen der serösen Häute haben, auch oft geschlossene Höhlen bilden, aber kein Epithelium tragen. Dahin gehören die Sehnenscheiden, die Schleimbeutel der Muskeln und der Haut. Diese Gebilde bestehen aus dünnen Membranen oder Säcken, aus Bindegewebsbündeln geformt, welche nach aussen in das umgebende Zellgewebe übergehen, nach einwärts zwar schlüpfrig, aber keineswegs so scharf abgegrenzt sind, wie die ächten serösen Häute, denn nicht allein, dass sich gewöhnlich einzelne Bündel über die Fläche erheben, sondern sehr oft findet man auch quer durch die Höhle gehende Fäden und Blättchen, ja bisweilen wirkliche unvollkommene Scheidewände. So in den Schleimbeuteln. Die Sehnenscheiden verlieren sich sogar an beiden Enden in das umgebende ungeformte Bindegewebe. Die Schleimbeutel finden sich allemal da, wo Muskeln über Knochen weggehen, z. B. zwischen dem grossen Trochanter und der Sehne des *Glutaeus maximus*, zwischen dem horizontalen Aste des Schaambeines und dem *Iliacus internus*, zwischen dem *Olecranon* und der Sehne des *Triceps brachii*. Unter der Haut kommen ganz ähnliche Schleimbeutel an solchen Stellen vor, wo sie über Knochenerhabenheiten weggespannt ist, daher auf der Kniescheibe, am Ellenbogenhöcker u. s. w. An andern Stellen scheinen sich durch äussern Druck dieselben bilden zu können, daher bei Scoliotischen, wel-

che Lasten tragen, wie schon Brodie bemerkt, und (wie ich es bestätigen kann) an derjenigen Stelle der Haut, welche über den am meisten hervorragenden Punkt der Wirbelsäule weggeht. Auf gleiche Weise fand ich sie bei alten Webern an der *Spina ilei ant. sup.*, wo ihre Entstehung durch das stete Anlegen an den Webstuhl veranlasst war. Hiernach scheinen die Schleimbeutel durch Druck auf das Zellgewebe entstehen zu können, wobei sich einzelne kleine Blättchen desselben verlieren, während andere in einem dem Drucke angemessenen Umkreise sich verdichten und zur Wand des Schleimbalges umwandeln. Schreger[1]) giebt ihre Entstehung aus der *Fascia subcutanea* sehr genau an. Da über die Entstehung der Schleimbeutel der Muskeln dem Verfasser dieses keine fremden Beobachtungen bekannt sind, so theilt er hier das mit, was er über die Entwickelung des Schleimbeutels unter der Sehne des *Glutaeus maximus* selbst gesehen hat. Bis zum fünften Monate ist vom genannten Schleimbeutel noch nichts zu bemerken, der Muskel geht, da der Trochanter noch nicht als Erhabenheit hervortritt, unmittelbar über die Gelenkkapsel hinweg, dieser durch dünnes, lockeres Bindegewebe anhängend. Im siebenten Monate, wo der Winkel zwischen Schenkelhals und Körper des Knochens deutlich geworden ist und der Trochanter mehr hervortritt, liegt der Muskel nicht mehr so unmittelbar auf der Kapsel auf, er muss sich daher schon mehr über die Ecke, welche nun der Trochanter bildet, wegbegeben, um sich sogleich darunter zu befestigen und das Zellgewebe, welches sich früher von der Kapsel über den Trochanter bis an den Ansatz des Muskels erstreckte, sondert sich durch Verdichtung einzelner feiner Wände von der Umgebung etwas ab, so dass es einzelne grössere Zellenräume darstellt, die unter sich, so wie mit den zunächst gelegenen, zusammenhängen. Im achten Monate ist das Verhältniss noch fast dasselbe, nur tritt der Trochanter etwas mehr hervor, aber erst später, gegen und nach der Geburt, besonders aber wenn das Kind zu gehen anfängt, also die Form des Trochanters sich noch mehr hervorhebt und die Action des Muskels stär-

1) *Schreger, De bursis mucosis subcutaneis. Erlangae.* 1825. *fol. p.* 14.

ker wird, begrenzt sich der Schleimbeutel mehr und mehr nach aussen, so dass er erst nach längerer und angestrengterer Thätigkeit der Muskeln seine Ausbildung erlangt. Bei Neugebornen enthält er im Innern stets noch mehrere Scheidewände. Also auch hier geht die Entwickelung des Schleimbeutels gleichen Schritt mit dem Wachsthume des Druckes auf das zwischen Muskel und Knochen gelegene Zellgewebe, obgleich dieser beim Embryo ganz unbedeutende Druck nicht zur Erklärung auslangt.

Der Nutzen der Schleimbeutel und Sehnenscheiden ist, die Bewegung der über Knochen weggehenden Weichtheile zu erleichtern.

Gefässhäute, *Membranae vasculosae*, sind solche, in denen das Bindegewebe nur dazu dient, die in einer Fläche ausgebreiteten Blutgefässe zusammen zu halten. Das Verhältniss der Menge der Blutgefässe zu dem Bindegewebe ist sehr verschieden, in keiner dieser Häute ist aber das Bindegewebe selbst zu einer besondern Form verwebt, es steht allemal dem ungeformten sehr nahe und nur durch das Dasein einer Menge flächenartig ausgebreiteter Gefässe oder durch das Liegen zwischen zwei andern Membranen erhält es eine hautähnliche Ausbreitung. Die Blutgefässe gehören daher auch nicht dem Bindegewebe an, sondern breiten sich nur in demselben aus, um von da in benachbarte Organe einzudringen oder einer eigenthümlichen Absonderung vorzustehen. Das erstere Verhältniss findet Statt bei der Knochenhaut, der *Tunica propria intestinorum*, der *Pia mater*, das letztere bei der *Choroidea* des Auges; den Zweck der *Plexus choroidei* in den Hirnventrikeln kennt man noch nicht.

a) Die Knochenhaut ist schon oben betrachtet worden.

b) Die *Tunica propria intestinorum* ist eine Lage von Bindegewebe zwischen der Schleimhaut und der Muskelhaut des Verdauungskanales, der Harnblase und der Gallenblase; sie besteht aus mannigfach unter einander locker verflochtenen Bindegewebsbündeln, denen aber an manchen Stellen elastische Fasern beigemengt sind, so am *Pylorus*, am *Coecum* und am *Rectum*. Die in ihr ausgebreiteten Blutgefässe gehören hauptsächlich der Schleimhaut an, auch laufen zahlreiche Lymphgefässe in ihr hin.

c) Die *Pia mater cerebri* besteht ebenfalls aus Bindegewebe und zahlreichen Gefässen, welche letztere von ihr aus senkrecht in die graue Masse des Gehirns eindringen, an der Grenze dieser Masse aber umkehren.

Die *Plexus choroidei cerebri* sind als Duplicaturen dieser Haut anzusehen.

d) Die *Choroidea* des Auges ist so reich an Blutgefässen, dass das Bindegewebe nur als untergeordnetes Element erscheint, und noch grösser ist der Gefässreichthum im Ciliarkörper.

Eine genauere Darstellung derselben erfolgt im speciellen Theile.

Die Schleimhäute können in gewisser Beziehung mit der Gefässhaut des Auges verglichen werden, denn wie diese, haben sie eine Grundlage von Bindegewebe, in welcher sich zahlreiche Blutgefässe ausbreiten; so wie diese das Pigment mit seinen Zellen auf der innern Fläche absondern, so bilden sie auf der freien Seite das Epithelium. Wesentliche Unterschiede sind aber folgende: Die in der Choroidea verlaufenden Nerven gehören meist nicht dieser Haut, sondern den Nachbartheilen an, während die Schleimhäute mit einer Menge ihnen zugehöriger Nerven versehen sind; die Gefässhäute sind einfach, ohne Drüsen, die Schleimhäute haben einen oft complicirten, hier und da verschieden gestalteten Drüsenapparat, so dass die Schleimhäute fast überall, wo sie auftreten, als ein sehr zusammengesetztes, die Gefässhäute dagegen als ein sehr einfaches Gebilde erscheinen. Wir können daher auch die Schleimhäute in ihrer Totalbildung nicht hier, sondern im speciellen Theile betrachten, hier nur bemerken, dass die Grundlage derselben aus Bündeln von Bindegewebe besteht, welche ein weitmaschiges Netz bilden, zwischen welches hindurch sich wieder eine Menge einzelner Primitivfasern von Bindegewebe hinzieht. Nach der den Organen angehefteten Fläche hin geht die Grundlage der Schleimhaut ziemlich allmählig in das submucöse ungeformte Bindegewebe über.

In den bis jetzt betrachteten Gebilden ist ausser der Elasticität keine besondere, auf Bewegungsfähigkeit zu reducirende Erscheinung wahrzunehmen, die Elasticität aber scheint in gewissem Grade allen diesen Geweben eigen zu sein. Die sehnigen Schei-

den der Glieder geben der Wirkung der Muskeln etwas nach, die sehnigen Umhüllungen einiger Eingeweide dehnen sich in krankhaften Anschwellungen derselben mit ihnen aus und nach überstandener Krankheit gehen sie auf ihren frühern Umfang zurück; ein hoher Grad der Elasticität ist bekanntlich dem sehnigen Ueberzuge des Penis eigen, auch die Bänder der Knochen und die Sehnen der Muskeln besitzen einen gewissen Grad der Elasticität, denn z. B. die Bewegung der Fuss- und Handwurzelknochen, der Wirbel, besonders der obern Halswirbel, wird zum Theil durch den Ansatz der Bänder regulirt. Dass diese Bänder sich dabei elastisch und nicht wie undehnbare Schnuren verhalten, davon kann man sich an jedem frischen Präparate überzeugen. Nur durch ihre Elasticität nützlich sind die Bandscheiben in den Gelenken. Die sehnige Ausbreitung der Bauchmuskeln, die bindegewebige Grundlage der Bauchhaut zeigen ihre Elasticität durch Zusammenziehung nach der Schwangerschaft, nach wassersüchtigen Zuständen u. s. w., ja selbst die Knochenhaut zieht sich mit der Heilung von Knochengeschwülsten und Tophen wieder auf ihren Normalzustand zurück. Am unbedeutendsten scheint die Elasticität in den Schleimhäuten zu sein, denn wo sie einer Volumensveränderung ausgesetzt sind, sind sie mit reichlichen Falten versehen, welche sich bei der Ausdehnung in eine Fläche ausgleichen (Magen).

Nun giebt es aber noch einige Gebilde, deren Grundlage ebenfalls das Bindegewebe ist, welche aber mit einer bestimmten Contractilität begabt, sich nach bestimmten äussern Reizen, besonders Kälte, leichtem Kitzel, mancher Gemüthsbewegung, als Schreck, Furcht u. s. w., zusammenziehen; es gehört dahin die ganze äussere Haut, die *Tunica dartos* und zum Theil die Balken in den schwammigen Körpern der Ruthe.

a) Die Grundlage der äussern Haut, das Corium, welche nach aussen noch das *Rete Malpighii* und die Epidermis trägt und nach innen mit dem subcutanen Zellgewebe und dem Hals hautmuskel zusammenhängt, besteht der Hauptsache nach aus einer Menge nach allen Seiten sich durchkreuzenden Bündeln von Bindegewebe, welche sehr oft ihre Fasern unter einander austauschen; dabei ist aber eine Regelmässigkeit des Verlaufes oder eine beson-

dere Richtung der Fasern nicht zu bemerken, wohl aber finden sich viele spiralige Kernfasern. Diese Grundlage des Corium geht auch in die Hautpapillen über, doch werden dabei die einzelnen Bündel und Fasern schwerer erkennbar. An den natürlichen Oeffnungen der Haut hängt die Grundlage der Haut mit der der Schleimhaut unmittelbar zusammen. Das Verhalten dieser Fasern an den die Haut durchbohrenden Drüsengängen werden wir bei diesen betrachten. Die Elasticität der Cutis, so wie deren Zusammenziehungsfähigkeit mag zum Theil von den zahlreichen spiralen Kernfasern, zum Theil von eingestreuten, eigentlich elastischen Fasern abhängen. Vergl. den folgenden Paragraphen.

b) Die *Tunica dartos* (Tab. II. Fig. 6.), an der vordern Fläche des Scrotum, ist nur als eine geringe Modification desjenigen Bindegewebes, welches wir in dem Corium finden, anzusehen; sie besteht aus wellenförmigen Bündeln, die netzförmig mit einander verbunden sind und aus einzelnen Fibrillen, welche ebenfalls netzartig verbunden zwischen jenen Bündeln liegen, hier und da bemerkt man auch elastische Fasern. Das Ganze ist weit lockerer gewebt als das Corium und durch zahlreiche feine Blutgefässe blass rosenroth gefärbt.

c) Die Balken der *Corpora cavernosa* der Ruthe sind feste bindegewebige Stränge, die aus unter einander verflochtenen Bündeln bestehen und durch öftern Austausch solcher Bündel fest mit einander verbunden werden. Diesem Gewebe sind auch viele elastische Fasern beigemengt.

Chemisches Verhalten. Das Bindegewebe und die aus ihm dargestellten Theile geben beim Kochen viel Leim; Weingeist ist ohne besondern Einfluss, der Fäulniss im Wasser widerstehen sie ziemlich lange, durch Essigsäure werden sie grösstentheils aufgelöst oder gallertartig durchsichtig gemacht, wobei die Kernfasern und die etwa beigemengten elastischen Fasern erst recht bemerkbar werden.

Entwickelung des Bindegewebes. Schwann [1])

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 134. u. Tab. III. Fig. 6 u. 7.

unterscheidet in dem Urplasma kleiner Embryonen drei Arten von Zellen; die erste Art geht in Bindegewebe über, die zweite in Fettzellen und die Metamorphose der dritten lässt er noch dahingestellt sein. Die Bindegewebszellen beschreibt und bildet er ab als länglichrunde Zellen mit Kern und ein bis zwei Kernkörperchen. Diese Zellen sollen sich verlängern, indem sich die Zellenhaut spindelförmig ausdehnt, und nachdem diese Verlängerung bis auf einen gewissen Punkt gekommen ist, beginnt von den Enden her das Spalten in mehrere Fibrillen, Primitivfasern des Bindegewebes. Henle[1]) erhebt gegen diese Ansicht Zweifel und glaubt besonders nicht, dass Faserbündel als Fortsetzungen einzelner Zellen vorkommen, denn bei genauer Betrachtung ergäbe es sich, dass die Fortsetzungen der Zellen nicht schmäler seien, als diese selbst, wohl aber gleich der Zelle platt und dass sie gern die schmale Kante nach oben kehren, während die Zelle an der Stelle des Kernes platt auf dem Glase liege. Zugegeben, dass dieses Verhalten oft vorkomme, so ist damit Schwann's Ansicht noch nicht widerlegt. Valentin, der früher schon ein Verlängern der Zellen in mehrere Fasern gesehen, welches aber mehr Aehnlichkeit mit ramificirten Pigmentzellen hat, tritt auch in seiner neuesten Arbeit, obwohl noch etwas schwankend, der Schwann'schen Ansicht bei [2]).

Das, was dem Verfasser eigene Untersuchungen gelehrt haben, ist Folgendes: In dem lockern Bindegewebe unter der Haut findet man bei den meisten Embryonen die verschiedenen Stadien und Formen des Bindegewebes neben einander, um aber eine bestimmte Reihenfolge zu erlangen, wurde der *Tendo Achillis* bei verschiedenen Embryonen untersucht. Bei einem dreimonatlichen Embryo zeigten sich eine Menge Kerne, die, wie Henle auch schon angiebt, in Reihen und alternirend hinter einander liegen und zwischen denen eine Menge Fasern in unbestimmter Ordnung verlaufen; sondert man diese Dinge etwas genauer, so bemerkt man noch viele rundliche oder längliche granulöse Zellen mit grossem Kerne und ein bis zwei Kernkörperchen, auch wohl einzelne freie

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 379. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 670.

Kerne, ferner gestreckte Zellen, welche schon die von Schwann angegebene spindelförmige Gestalt haben, bei mehreren bemerkt man auch die Enden der Spindel schon gespalten. In solchen Zellen scheint der Inhalt sehr abgenommen zu haben, denn beim Rollen des Präparates bemerkt man, dass die Zellhaut auf dem in der Mitte der Spindel liegenden Kerne unmittelbar aufliegt. Die Spaltung der Zelle geht nun ziemlich rasch von den Enden gegen den Kern der Zelle fort, so dass man bei viermonatlichen Embryonen in der bemerkten Sehne Fasern findet, die schon fast ganz getrennt sind und nur in der Mitte durch den Kern der früheren Zelle zusammengehalten werden. Nebenbei findet man auch schon hier und da Fasern, welche ganz frei sind, denen aber noch ein sehr verkleinerter Kern anhängt. Viele Kerne sieht man auch ganz frei liegen. Im fünften Monate findet man viele ganz freie Fasern, denen aber, wie oben bemerkt, Kerne anhängen, und was besonders merkwürdig ist, man findet oft recht lange Fasern, denen in gewissen Entfernungen mehrere Kerne anhängen; man dürfte dieses vielleicht als Zeichen nehmen, dass Fasern aus mehreren Zellen in der Länge mit einander verschmolzen sind und die Kerne den verschiedenen Zellen noch anhängen. Im sechsten Monate sind die Kerne nur noch sehr sparsam vorhanden, die Faser ist wenigstens in der äussern Form vollendet, ob aber auch im Innern, ist noch zu bezweifeln, denn ihr Ansehen ist starr und hart, an manchen Stellen wie geknickt, es fehlt noch ganz die sanfte, wellenförmige Biegung, die an den ausgebildeten Sehnenfasern so charakteristisch ist, diese wurde erst im siebenten und achten Monate bemerkt.

Nach diesen Beobachtungen hat sich bei dem Verfasser die Ansicht gebildet, dass die Bindegewebsfasern allerdings, wie Schwann angiebt, durch Spalten der spindelförmig ausgedehnten Zellen entstehen, an dieser Spaltung aber der Kern nicht Antheil nimmt, sondern während dieses Vorganges kleiner, von gesättigtem Ansehen wird, dabei die Fasern noch einige Zeit zusammenhält, bis eine nach der andern sich ablöst und der Kern nur noch an einer haftet und endlich auch von dieser abgelöst, der Resorption oder Auflösung verfällt. Die Kernfasern, die man zwischen und um die Bindegewebsbündel einge-

streut findet, werden aus verhältnissmässig nur wenigen Kernen auf die früher angegebene Weise dargestellt. In den Sehnen sind überhaupt wenig Kernfasern.

Das Zustandekommen der verschiedenen aus Bindegewebe bestehenden Gebilde muss man sich durch ein mehr oder weniger dichtes Verweben, durch Verschiedenheit der Richtung der Fasern, und dadurch zu erklären suchen, ob Elementarfasern in Bündeln oder einzeln, dicht oder locker liegen u. s. w.

§. 78.

Die elastische Faser (Tab. II. Fig. 7. u. 8.) ist dem Bindegewebe verwandt und oft mit ihm vermengt. Dieselbe stellt isolirt eine platte, etwas breite Faser mit dunkeln Conturen dar, welche sich nicht selten spaltet, dabei ist die ganze Faser oft bogenförmig und ein abgehender Theil oft hakenförmig gekrümmt, die Spaltung selbst gewöhnlich durch eine an der Hauptfaser eine Strecke weit verlaufende dunklere Linie (a) vorher schon angedeutet. Nicht selten, ja fast in jedem Präparate findet man kurze, nur einen halben oder dreiviertel Bogen bildende Stücke, die wahrscheinlich solche abgebrochene Aeste sind, mit denen sie in der Gestalt die grösste Aehnlichkeit haben; auch sieht man nicht ein, wie sie als einzelne Stücke etwas nützen oder leisten sollen, und bei der Leichtigkeit, mit der die elastische Faser überhaupt bricht, ist es nicht schwer zu glauben, dass bei der Präparation solche Stückchen abbrechen können. Henle [1]) spricht sich nicht bestimmt darüber aus und scheint geneigt zu sein, sie für etwas Selbstständiges zu halten. Endlich dürfen alle jene Seitenäste, die sich hakenförmig aufrollen, nur für Fibrillen zu halten sein, welche von einem Hauptfaden, wenn man so sagen darf, zum andern übergingen und bei der Präparation gerissen sind, denn bisweilen erlangt man Präparate, an denen nur wenige solcher Haken zu bemerken sind, ein andermal wieder viele dergleichen. Vergleicht man nun diese elastischen Elementarfasern mit den früher geschilderten Kernfasern, so findet man die grösste Aehnlichkeit, nicht allein in Be-

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 401.

zug auf die mikroskopische Form, sondern auch in Bezug auf physikalische Eigenschaften, als Elasticität und Brüchigkeit, auch können Henle, Valentin u. A. kein einziges festes Unterscheidungsmerkmal zwischen Kernfasern und elastischen Fasern aufstellen, so dass nach meiner Ueberzeugung beide ein und dasselbe Gebilde sind, nur dort zerstreut vorkommend und vielleicht nicht so vollkommen ausgebildet (denn die elastische Faser erscheint in der Regel breiter als die Kernfaser), hier dagegen mehr angehäuft und vollkommen ausgebildet. So wie fast alles Bindegewebe eingemengte Kernfasern, so hat alles elastische Gewebe Bindegewebsfasern eingeflochten. Noch zu erwähnen ist, dass beide durch Essigsäure nicht angegriffen werden. So wie also das Bindegewebe durch vorherrschende Entwickelung der Zellfaser entsteht, so würde das elastische Gewebe durch vorherrschende Ausbildung der Kernfaser entstehen.

Diese elastischen, stets netzartig verbundenen Fasern bekommen, wenn sie selbstständig auftreten, wenig Blutgefässe und kaum bemerkbare Nerven; das zwischen ihnen befindliche Bindegewebe wird durch Maceration recht deutlich. Die hauptsächlich aus elastischen Fasern bestehenden Bänder sind sehr fest, bedeutend elastisch, wird aber beim Dehnen ein bestimmter Punkt überschritten, so reissen sie mit scharfen Rändern quer durch. Die hierher gehörigen Theile des Menschen sind folgende:

a) Die gelben Bänder der Wirbelsäule, in denen die elastischen Fasern überwiegen und nur von wenigem Bindegewebe durchsetzt sind. Die Fasern laufen dicht neben einander und E. H. Weber [1]) macht darauf aufmerksam, dass diese Bänder nicht durch Hülfe andern Gewebes mit dem betreffenden Wirbelbogen verbunden sind, sondern wenn sie mittelst einer Zange abgerissen werden, auch der Knochen ganz entblösst und nicht mit Periosteum bedeckt ist.

Diese festen Bänder dienen nicht allein dem Rückenmarke zum Schutze, sondern durch ihre Elasticität erlauben sie auch bei gehöriger Festigkeit die Beugung der Wirbelsäule nach vorn

---

1) E. H. Weber, in Hildebrandt's Anat. I. 367.

und erleichtern das Strecken, indem sie den Zug der Muskeln unterstützen.

b) Die Bänder, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter sich vereinigen. Lauth [1]) hat zwar die Grenzen, wo dieses Gewebe anfängt, sehr scharf angegeben, ich habe sie aber nicht so scharf gefunden, sondern vielmehr das elastische Gewebe in das benachbarte Bindegewebe verlaufend, mit dem es überhaupt viel gemengt ist. Am reinsten sind die untern Stimmritzenbänder, und zwar liegt in ihnen das elastische Gewebe mehr oberflächlich, tiefer herrscht das Bindegewebe wieder vor; auch dem *Lig. crico-thyreoideum medium* ist, wie schon die etwas gelbliche Farbe andeutet, nur wenig Bindegewebe beigegeben. Uebrigens finden sich, wie schon angedeutet, durch die ganzen Bronchien, selbst bis an den Umfang der Lungenbläschen, elastische Fasern [R. Wagner [2])]. Auch in den Bändern des Kehldeckels sind elasische Fasern verflochten.

c) An mehreren Stellen des Verdauungskanales finden sich unter der Schleimhaut elastische Fasern, als am Schlundkopfe und am Schlunde, wo diese Fasern mit den gleichnamigen Fasern des Kehlkopfes zusammenhängen [Eulenberg [3])]. Ferner finden sich elastische Fasern am Pylorus und am Coecum und von der Afteröffnung eine kurze Strecke nach aufwärts, also an den Stellen, welche in der Regel einem stärkern Andrange des Darminhaltes ausgesetzt sind.

d) Ausser den bemerkten Stellen, wo die elastischen Fasern in grösserer Anhäufung zu finden sind, kommen sie noch an sehr vielen Orten vor, denen eine besondere Elasticität nöthig ist, so in den Wänden der Blutgefässe (Tab. II. Fig. 9.), wo sie durch vielfache seitliche Verbindung ein engmaschiges Netz bilden (vergl. Blutgefässe im speciellen Theile); ferner in dem zelligen Gewebe der Ruthe und der Clitoris, in der Haut, in den Fascien unter der Haut, in der Grundlage der serösen Häute hier und da, z. B. in der Bauchhaut, wo sie die Bauchmuskeln überzieht, in den Bändern der Leber, in dem Ueberzuge der Blase und spar-

1) *Lauth, Mém. de l'academie de médec.* 1835. — 2) *R. Wagner, Icones physiologicae. Tab. XV. Fig.* 6. — 3) *Eulenberg, De tela elastica. Berol.* 1836. 4.

sam in dem Ueberzuge des Darmkanales (Henle), doch am deutlichsten fand ich sie da, wo der Andrang des Inhaltes einen solchen elastischen Widerstand am meistgn zu fordern scheint, am Pylorus und am Coecum.

Ueber die Entwickelung der elastischen Fasern sind nur sehr wenige Beobachtungen bekannt und diese werden noch sehr verschieden gedeutet, denn während Schwann [1]) dieselben durch Spaltung oder Zerfallen des Zellenkörpers entstehen lässt, führt Gerber [2]) sie auf die Intercellularsubstanz zurück, wie die Fasern der Faserknorpel; Valentin [3]), der sie früher aus verfliessenden Zellen entstehend dachte, spricht sich in seiner neuesten Arbeit sehr unbestimmt darüber aus und neigt sich zu Henle's [4]) Ansicht hin, dass diese Fasern ähnlich wie die Kernfasern des Bindegewebes aus den Kernen der Zellen entstehen, zu welcher Ansicht ich mich auch, auf folgende Beobachtungen gestützt, bekenne. Bei einem 4″ langen Schaafsembryo gleicht die Grundlage des Nackenbandes noch ganz dem embryonalen Bindegewebe, d. h. man sieht eine Menge gestreckter Zellen mit Kernen; von den Zellen gehen Fasern, die sich an den Enden spalten u. s. w., doch sieht man auch schon Fasern mit dunklern Conturen, die in der Mitte etwas dicker sind, beim Zusatz von Essigsäure nicht, wie die übrigen, verschwinden. Bei sechszölligen Schaafsembryonen ist schon Alles mehr geordnet. Man bemerkt auf den ersten Blick eine Hauptrichtung der Fasern, man sieht neben den Bindegewebsfasern die durch ihre Conturen und ihr Verhalten zur Essigsäure leicht kennbaren Kernfasern, an denen aber noch keine Seitenäste bemerkt werden können. Die bei vorigen Embryonen noch so zahlreich bemerkten Kerne sind nur sparsam wahrzunehmen. Bei achtzölligen Embryonen und noch ältern zeichnet sich das Nackenband durch seine fast durchscheinende weisse Farbe aus und an den Fasern sind nun deutliche hakenförmige Queräste und Verbindungsfäden zu finden, die Fäden selbst sind aber, wie Valentin ganz richtig gegen

1) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. p. 149. — 2) Gerber, Hbdch. der Allg. Anat. p. 119. — 3) Valentin, in R. Wagner's Physiologie. I. 137. u. Hdwörterb. der Physiologie. I. 668. — 4) Henle, Allg. Anat. p. 406 seq.

Henle bemerkt, dünner als aus dem Nackenbande erwachsener Thiere. Bei fast ausgetragnen und bei neugebornen Schaafen, so wie bei einem neugebornen Lama hatte die einzelne Faser $\frac{2}{800}$ bis $\frac{3}{800}'''$, bei einem alten Schaafe $\frac{4}{800}$ bis $\frac{5}{800}'''$.

Sonach scheint die elastische Faser wirklich aus einer Entwickelung der Zellenkerne hervorzugehen und ganz mit den Kernfasern zusammenzufallen. Der Unterschied zwischen Bindegewebe und elastischem Gewebe ist nur der, dass dieses aus Kernfasern, jenes aus Zellfasern besteht, und je nach Bedürfniss die Natur hier dieses dort jenes entwickelt. Ihre nahe Verwandtschaft ist auch schon aus dem fast überall gemengten Vorkommen zu schliessen.

Der Nutzen des elastischen Gewebes ist vielfach; zunächst vermittelt dasselbe eine feste Verbindung der Theile bei möglichster Beweglichkeit, wobei die Theile stets in einer gewissen Spannung erhalten werden; so dient das Nackenband der Thiere dazu, die Last des Kopfes den Nackenmuskeln zu erleichtern, ebenso halten die gelben Bänder der Wirbelsäule und die Bänder des Kehlkopfes die betreffenden Theile stets in der eben erwähnten Spannung. Die elastischen Fasern in den Wänden häutiger Behälter verhindern deren zu starke Ausdehnung so lange als möglich, und durch ihre Spannung sind sie im Stande, den Behälter der verschiedenen Menge der vorhandenen Flüssigkeit anzupassen, so dass der Behälter stets straff über das Fluidum gespannt ist. Wir sehen dieses an den elastischen Fasern der Blutgefässe, besonders der Arterien, welche eine dicke Lage dieser Fasern besitzen, weil sie einem starken Stosse der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit ausgesetzt sind; ferner an den verschiedenen Stellen des Verdauungskanals, an der Harnblase, an der Luftröhre und den Lungenbläschen.

§. 79.

Muskelfaser. Es ist schwer, eine kurze Definition des Begriffes „Muskelfaser" zu geben, da in Bezug auf Form und Function keine scharfe Grenze zwischen derselben und dem Bindegewebe gezogen ist. Wir haben schon die contractilen Bindegewebsfasern kennen gelernt, die sich auf den Reiz der

Kälte u. s. w. zusammenziehen; ausser diesen kommen aber noch Fasern vor, welche ebenfalls den Charakter des Bindegewebes an sich tragen, aber nicht auf Einwirkung der Kälte u. s. w., sondern des Galvanismus sich verkürzen und im lebenden gesunden Zustande auch noch auf eigenthümliche Reize reagiren; ihre Contraction ist rasch und lebhaft; d. s. die Fasern der Regenbogenhaut. Auf diese würden nun Fasern folgen, welche ebenfalls glatt und einfach sind, in ihren niedrigsten Formen sich an jene anschliessen, in ihrer vollen Ausbildung aber breiter, locker, im Innern oft fein granulirt sind und wohl schwache Andeutungen feiner Längsfaserung zeigen; d. s. die glatten Flächen des Verdauungskanales u. s. w. Die höchste Stufe in dieser Reihe nehmen endlich die quergestreiften Muskelfasern des Skeletes ein, zu denen die Fasern des Herzens den Uebergang machen. Jede Definition und mit ihr jede Abtrennung von dem contractilen Bindegewebe wird in Bezug auf die mikroskopische Form eine künstliche sein; doch mit Beachtung der chemischen Verhältnisse und des Reactionsvermögens auf galvanische Reize findet sich eine Grenze zwischen dem früher schon betrachteten Bindegewebe und dem nun näher zu untersuchenden Muskelgewebe; nämlich die Fasern der Iris, die glatten und die quergestreiften Muskelfasern geben beim Kochen mit Wasser wenig oder keinen Leim, bestehen nach Berzelius aus Fibrin und ziehen sich auf galvanische Reizung zusammen. Nach dieser Abgrenzung würden also Muskelfasern diejenigen faserigen Gebilde des thierischen Organismus sein, welche beim Kochen keinen Leim geben und auf galvanische Reize sich verkürzen. Hiernach würde der Haller'sche Satz: *Quod irritabile est*, *fibram musculorum esse*, nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft beschränkt werden müssen, wie es auch schon Henle u. A. gethan haben.

A. Muskelfasern mit dem Charakter des Bindegewebes (Henle). Schon vor Haller nahmen mehrere Physiologen bewegende Fasern in der Iris an; Ruysch[1]) bildet sie auch, obwohl unvollständig, ab und bemerkt, dass die Kreisfasern

1) *Ruysch*, *Thesaurus anat. secund. Amstel.* 1741. 4. *p.* 40. *Tab. I. Fig.* 5.

am Pupillarrande liegen. Haller[1]) kannte nur die strahligen Fasern und bezweifelte das Dasein der circulären in der Iris. So gut diese Beobachtungen auch sein mögen, so können sie doch über die Natur der Irisfasern keinen Aufschluss geben, da sie mit zu unvollkommnen Instrumenten angestellt sind. Die wichtigsten neuern Untersuchungen und Urtheile sind von Lauth[2]), Valentin[3]), Krohn[4]), Schwann[5]), Kobelt[6]), Krause[7]), Pappenheim[8]), Huschke[9]), Henle[10]), Joh. Müller[11]) und C. R. Hall[12]). So schätzenswerth die Beiträge dieser meist hoch angesehenen Forscher sind, so ist doch noch manches Dunkel zu lichten, mancher Widerspruch zu heben; denn während Lauth, Valentin, Krohn, Kobelt und Pappenheim die Irisfasern als wirkliche Muskeln ansprechen, sahen Krause, Schwann und Henle nur ein eigenthümlich irritables Bindegewebe. Eigne Untersuchungen an dem Auge des Menschen, des Schweines, Rindes und eines Stenops (letzterer zu Dresden in einer wandernden Menagerie gestorben) liessen mich, insbesondere beim Menschen, cylindrische Fasern von 0,0025‴ (Schwann, beim Schweine, 0,0002 bis 0,0003‴) Dicke mit dem ganzen Charakter des Bindegewebes erkennen (Tab. III. Fig. 6. a.), die sich durch ihre Feinheit, völlig gleichmässiges Ansehen, ohne Spur innerer Granulation oder Faserung noch deutlich genug von den glatten Fasern des Darmkanals u. s. w. unterschieden. Dieselben waren am Ciliarrande der Iris in zarte Bündel geordnet, gingen mit leichten Biegungen gegen den Pupillarrand, traten aber bald aus einander, so dass man nur die Fasern, nicht aber die Bündel noch unterscheiden konnte. Obgleich diese Fasern im

1) *Haller*, *Element. physiol. V.* 37., wo auch die ältere Litteratur nachzusehen. — 2) *Lauth*, *Institut.* 57. 70. 73. u. Pract. Anat. I. 1834. p. 324. — 3) *Valentin*, *De functionib. nerv.* 108. *Repertorium.* 1837. p. 247. u. Wagner, Handwörterb. p. 750. — 4) Krohn, in Müller's Archiv 1837. p. 364. u. 380. — 5) Schwann, in J. Müller's Physiol. II. 36. — 6) Kobelt, in Froriep's Notizen. No. 302. p. 237. — 7) Krause, Anat. 2. Aufl. I. 352. — 8) Pappenheim, Geweblehre des Auges. p. 104. — 9) Huschke, in Sömmering, Vom Bau des menschl. Körpers. V. 706. — 10) Henle, Allg. Anat. p. 574. — 11) Joh. Müller, Physiol. II. 36. — 12) Hall, in Froriep's Notizen. 1844. No. 668. p. 615.

Ganzen die Richtung nach der Pupille verfolgten, so gingen sie doch hier und da schief unter einander weg und waren deutlich ohne Theilung bis an den kleinen Kreis zu verfolgen, wo sie sich erst einzeln mit den Zirkelfasern (b) kreuzten, dann unter diesen verloren, so dass ich sie nicht weiter verfolgen konnte. Die Zirkelfasern hatten denselben Charakter, gingen aber straffer in einem Kreise, der den Raum vom Pupillarrande bis an den Anfang des grossen Ringes der Iris ausfüllte, um die Pupille herum. In den von mir untersuchten Thieren fand ich die Kreisfasern am zahlreichsten bei Stenops, wo sie eine ziemlich dicke Lage bildeten. Einzelne durch Abreissen u. s. w. dargestellte Fasern waren für sich nicht von Bindegewebsfasern zu unterscheiden. Zwischen und auf diesen Fasern bemerkte man noch eine ziemliche Menge länglicher Kerne. Die feinste Vertheilung der Nerven, d. i. Auflösung der Bündel in Primitivfasern, erfolgte hauptsächlich in der Nähe des äussern Randes des Kreismuskels.

Die Richtung der Fasern der Iris ergiebt auch ihre Wirkung; die Radialfasern werden bei ihrer Verkürzung die Pupille erweitern, die Kreisfasern dieselbe verengern. Ob diese beiden antagonistischen Muskeln der Iris verschiedene Nerven erhalten, wie Arnold[1]) glaubt, kann ich nicht entscheiden, doch sah ich aus einem und demselben Bündel Primitivfäden in die circulären und radialen Fasern der Iris eindringen, was aber durchaus nicht als Grund gegen Arnold dienen kann. Henle[2]) macht schon darauf aufmerksam, dass durch diesen Bau der Iris noch nicht erklärt wird, wie es möglich ist, dass eine seitlich angelegte künstliche Pupille sich ebenfalls verengern und erweitern kann; eben so wenig sieht man ein, warum örtlich applicirte Narcotica nur die Wirkung des Kreismuskels aufheben. Diese beiden wichtigen Einwürfe führen auf den Gedanken, dass die ältere Meinung, es verursache eine Art Turgor oder Erection durch Anfüllung und Entleerung der Blutgefässe die Bewegung der Iris, doch auch jetzt noch zu berücksichtigen sei. Bedenkt man die Menge und den Lauf der Blutgefässe der Iris, so muss man gestehen, dass sie

---

1) Arnold, Das Auge des Menschen. p. 74. — 2) Henle, Allg. Anat. p. 575.

ganz gemacht zu sein scheinen, auf angegebene Art in die Function der Iris einzugreifen; bedenkt man ferner, dass jeder adäquate Reiz in dem betreffenden Organe einen Blutzufluss hervorbringt, so dürfte die Idee wenigstens nicht ohne weitere Prüfung von der Hand zu weisen sein, dass neben der Muskelbewegung und zugleich mit ihr eine Art Erection der Bewegung der Iris zu Grunde liege.

Nach den Untersuchungen von J. Müller würden auch noch die Fasern in den Wänden der Lymphgefässe hierher zu rechnen sein. Herbst[1]) leugnet zwar die Zusammenziehung der Lymphgefässe nach galvanischem Reize, schreibt ihnen aber eine der *Irritabilitas Halleriana* sehr nahe verwandte Lebenskraft zu, weil bei der mikroskopischen Untersuchung der Längen- und Querfasern des Milchbrustganges sich Aehnlicheit mit den Fasern der gewöhnlichen Muskeln (?) herausstelle. Nach eignen Untersuchungen kann Verf. die Aehnlichkeit der Fasern in den lymphatischen Gefässen, besonders in dem *Ductus thoracicus*, mit den Bindegewebsfasern bestätigen. Versuche mit Galvanismus hat er nicht angestellt.

B. Muskelfasern mit dem Charakter der Fasern der mittlern Arterienhaut (Henle), organische Muskelfasern (Bichat), nicht gegliederte Muskelfasern (Treviranus), glatte Muskelfasern (Tab. III. Fig. 5.). Diese Fasern sind zwar nicht blosse cylindrische, dem Bindegewebe ähnliche Fasern, aber doch weit einfacher als die willkührlich beweglichen quergestreiften Muskelfasern. Sie stellen cylindrische, oft etwas platte, meist lange, ziemlich dicke*), leicht gebogene oder gerade Fasern dar, die, wenn man

---

1) Herbst, Das Lymphgefässsystem. Göttingen 1844. p. 100.

*) Schwann 0,0007 bis 0,0013 engl. Linien im Dickdarm des Menschen und von derselben Breite, wie die gewöhnlichen Muskeln, und 0,0010 bis 0,0015''' Dicke aus einem schwangern Uterus. Henle 0,0024 bis 0,0036''', Valentin 0,006''. Rud. Wagner, wie ein quergestreiftes Muskelbündel beim Caninchen $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$ Linie, Krause, 0,0015''' breit und 0,0011''' dick. Noch andere zahlreiche Angaben s. in *R. Wagner*, *Partium elementarium mensiones micromet. Lips.* 1844. und in Gulliver, Anhang zur englischen Ausgabe von Gerber's Allg. Anat., welche wieder abgedruckt sind in *Valentin*, *Repert.*

ein Ende mit zur Beobachtung erhält, dieses stumpf zugespitzt zeigen, in oder gegen die Mitte oft einen Kern, oder statt dessen einen dunklern Streif, oder in einer Reihe stehende dunklere Punkte, oder auch überhaupt ein fein granulirtes mit grössern Körnchen untermengtes Wesen wahrnehmen lassen. Längsstreifungen oder Zerfallen in feinere Fasern kann man nicht bestimmt nachweisen, obgleich sich hier und dort Andeutungen davon finden. Im Allgemeinen sehen dieselben schlaff und weich aus, haben nicht die Sprödigkeit und Festigkeit, wie wir es z. B. an der elastischen Faser bemerken, sie lassen sich auf alle Art zusammenschieben, ohne dass ein deutliches Bestreben bemerkbar würde, die frühere Form wieder anzunehmen. Jede einzelne Faser ist durchscheinend, farblos oder schwach gelblich, in grössern Massen sehen sie blassroth aus, mit wenigen Ausnahmen, z. B. am Magen der Vögel, wo sie dunkler roth gefärbt sind. Diese Muskelfasern, welche, wie wir später sehen werden, den Primitivbündeln der quergestreiften Muskelfasern entsprechen, laufen nicht immer parallel neben einander, sondern sind oft schief oder rechtwinkelig mit einander verflochten oder liegen in mehrern Lagen über einander. Sie sind gewöhnlich zu hautartigen Ausbreitungen über hohle Behälter vereinigt, welche sie bei ihrer Zusammenziehung verengern und deren Inhalt sie vorwärts treiben oder auspressen. Sie kommen daher nicht an den Rumpfrändern und Extremitäten, sondern an den vegetativen Organen vor: vom Schlunde bis an den äussern Schliessmuskel des Afters, an der Harnblase und den Uretheren, am schwangern Uterus, an den Ausführungsgängen der Drüsen, an der Gallenblase, am *vas deferens* und den Saamenbläschen, und an der hintern Fläche der Luftröhre.

Das chemische Verhalten dieser Fasern ist dem der quergestreiften Muskeln ähnlich.

Diese glatten Muskelfasern dienen dem Organismus nicht

VIII. 194 *seq.*, wo von sehr vielen Thieren die Maasse der Fasern des Herzens, der Speiseröhre und anderer Muskeln angegeben sind. Eigne Messungen an den Fasern des menschlichen Körpers liessen mich als Mittel 0,0020 bis 0,0025''' der Breite und 0,0006 bis 0,0008''' der Dicke annehmen.

durch physikalische Eigenschaften, wie die nicht contractilen Bindegewebsfasern, die elastischen Fasern, sondern sie üben ihre Function hauptsächlich unter dem Einflusse des Nervensystemes aus, welches aber seiner Seits durch mechanische, chemische und vitale oder organische Einflüsse aufgeregt sein kann und diesen Reiz nun auf die Muskelfasern überträgt, die durch ihre Zusammenziehung den Reiz oft entfernen können und welche Entfernung oft der Zweck der ganzen Action ist; so wird z. B. der Koth, der Harn durch seine Anhäufung ganz mechanisch die Nerven der betreffenden Behälter reizen. Dieser Reiz der Empfindungsnerven trägt sich durch Reflex auf die Bewegungsnerven über, wodurch nun die Muskelfasern zur Contraction veranlasst werden. Er kommt aber auch zum Bewusstsein, um von hier aus die übrigen zur Ausleerung nöthigen Bewegungen zu veranlassen. Aehnlich wirken chemische Einflüsse; scharfe Stoffe in den Magen gebracht erregen auf ähnliche Weise heftige Zusammenziehungen desselben, Erbrechen, ja rein organisch-psychische Einflüsse wirken durch das Nervensystem auf die hier betrachteten Muskeln, Ekel erregt Erbrechen, Angst Durchfall. Als Eigenthümlichkeit in der Actionserscheinung dieser Muskeln ist noch besonders herauszuheben, dass dieselben auf einen angebrachten Reiz sich nicht augenblicklich, sondern erst nach einem mehr oder weniger langen Zwischenraume zusammenziehen und dass diese Zusammenziehungen nicht sogleich aufhören, wenn auch der veranlassende Reiz entfernt ist, sondern in meist regelmässigen Intervallen einigemal wieder eintreten; so ist die peristaltische Bewegung des Darmkanals nicht anhaltend, sondern von einem Punkte auf den andern fortschreitend; die einmal contrahirte Stelle verhält sich für einige Zeit ruhig, bis eine neue Contractionswelle über sie hingeht. Dass alle diese Bewegungen ohne unsern Willen, ja ohne unser Bewusstsein geschehen, ist bekannt, nur wenn es nöthig ist, dass auch andere dem Willen unterworfene Muskeln mit thätig sind, kommt der Reiz zum Bewusstsein, wie z. B. bei den schon bemerkten Ausleerungen.

Ueber das Verhalten der glatten Muskelfasern während der Contraction fehlt es noch an genauern Beobachtungen, nur einzelne Bemerkungen finden sich hier und dort; so haben Pré-

vost und Dumas[1]) regelmässige zickzackförmige Biegungen wahrgenommen; dasselbe bemerkte R. Wagner am *Distoma duplicatum* und Valentin[2]) am Seeigel, wobei sich temporär auch Querlinien bilden sollen, wie sie bei den gestreiften Muskeln constant sind.

Auch über die Entwickelung dieser glatten Muskelfasern fehlt es noch an genauern speciellen Untersuchungen. Schwann[3]) sagt nur, dass sie wahrscheinlich auf ähnliche Weise entstehen, wie die quergestreiften Muskeln und dass eine Faser derselben einem Bündel der gestreiften entspreche. Valentin spricht sich deutlich für die Entstehung dieser Fasern aus Zellen aus, welche letztere sich linear an einander reihen, mit einander verschmelzen und sich später mit zahlreichen Zellenfasern belegen, wodurch die spätere Beobachtung sehr erschwert wird. Die auf diese Art gebildeten Kanäle haben eine centrale Höhle und in dieser mehrere Kerne mit discreten isolirten Kernchen. Die mattweissen Wandungen sollen deutliche Längenstreifen zeigen, welche allerdings darauf hindeuten würden, dass auch diese Fasern als letzte Elemente noch feinere Fasern enthalten könnten.

C. Quergestreifte (Henle u. A.), gegliederte (Treviranus), animalische (Brechet) Muskelfasern sind als das höchst entwickelte Glied dieser Reihe anzusehen, wie die weitere Betrachtung lehren wird.

Nimmt man aus einem Muskel des Skelets ein kleines Bündelchen, theilt dieses mittelst Nadeln in möglichst kleine Fasern und bringt diese unter das Mikroskop, so bemerkt man eine Menge rundlich platter Stränge (Tab. III. Fig. 1. u. 2.), welche ziemlich parallel neben einander laufen und mit zarten Querstreifen gezeichnet sind. Dieses sind die primitiven Muskelbündel, die wir erst im Ganzen betrachten, dann zu den in ihnen enthaltenen Primitivfasern und zuletzt zur Scheide derselben übergehen wollen.

Die primitiven Muskelbündel stellen sich als eine plattrunde Faser von einer Breite zwischen 0,0075 bis 0,015‴ dar,

1) *Prévost* und *Dumas*, *Journal de phys. III.* 306. — 2) Valentin, Handwörterbuch. p. 719. 720. — Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. p. 167.

Henle fand sie bis zu 0,002‴, Ficinus zu 0,0005 bis 0,002‴, das gewöhnliche Maas der Breite dürfte 0,005 bis 0,006‴ sein. Diese Fasern sind zwar platt, aber nicht so platt, wie die glatten Muskelfasern, wovon man sich auf dem Querschnitte überzeugen kann. Die einzelne Faser ist farblos, durchscheinend oder etwas gelblich gefärbt, bei grösserer Anhäufung stellen sie das bekannte rothe Muskelfleisch dar. Diese Fasern sind zwar auch sehr weich und lassen sich verschieben, behalten aber doch weit mehr ihre gerade Richtung bei oder weichen von dieser weniger ab, als die glatten Muskelfasern, was seinen Grund schon in der grössern Dicke, aber vielleicht auch in einer stärkern Elasticität haben mag. Als charakteristisch sind die hellen und dunklen Querlinien dieser Bündel besonders zu bemerken; dieselben laufen bald ununterbrochen über das ganze Bündel hinweg (a), bald sind sie gleichsam gegliedert (b. und c.), indem sie in ziemlich gleichen Abständen einen Absatz haben oder eine zarte Unterbrechung erleiden, bald vermischen sich dieselben, sind weniger deutlich wahrzunehmen, fehlen aber nur in gelähmten Muskeln ganz. Die Abstände dieser Querlinien fand ich beim Menschen und beim Rinde 0,0008 bis 0,0006‴ [1]), bei der grünen Eidechse 0,0020‴, beim Menschen einen hellen und einen dunklen Streifen, zusammen 0,0018 bis 0,0020‴. Andere breitere und stärkere Querlinien der Muskelbündel hat Joh. Müller zuerst beschrieben; derselbe giebt den Abstand von fünf derselben zu 0,002 engl. Linien, folglich ist der Abstand von zwei solchen Linien 0,0004‴. Ich habe dieselben Linien an den Muskelbündeln von Insecten, *Locusta viridis*, *Tenebrio molitor* gesehen und den Abstand zu 0,0025 bis 0,0030‴ gefunden. Dazwischen lagen drei oder vier feinere Querlinien. Diese Linien zeichnen sich von den vorigen noch dadurch aus, dass ihr Schatten dunkler und von den begrenzenden hellen Linien scharf abgesetzt ist, am Rande des Bündels findet man oft ihnen entsprechende Kerben, bei Beleuchtung von oben sehen sie rein weiss aus.

Ausser diesen Querlinien sieht man nicht selten auch Längslinien, die dann mit der bemerkten Gliederung der feinen Quer-

---

1) Henle 0,0006‴.

linien zusammenfallen; sie sind nicht allemal gleich deutlich, ja an einem und demselben Bündel verschieden deutlich zu bemerken; sie gehen gestreckt oder mit schwachen Bogenlinien und sind im Mittel 0,0006''' von einander entfernt*). Diese Längslinien sind der Ausdruck der innerhalb der Bündel enthaltenen Primitivfäden des Muskels.

Durch die verschiedene Deutlichkeit sowohl der Längslinien als der Querlinien entstehen sehr verschiedene Ansichten der Muskelbündel, welche alle zu beschreiben unnöthig, ja unmöglich sein dürfte; nur einige derselben wollen wir kurz andeuten. Wo sowohl die Längslinien als die Querlinien nicht recht scharf sind, letztere namentlich ein gegliedertes Ansehen haben, entsteht leicht das Bild an einander gereihter Kügelchen, sind dagegen beide Arten der Linien scharf ausgeprägt, so erscheint eine Art Gitterwerk, in andern Fällen glaubt man nur mehr oder weniger grade, etwas gebogene, unterbrochene u. s. w. Querlinien vor sich zu haben, denn die Längslinien schwinden fast ganz; endlich können auch die Querlinien sehr schwach ausgeprägt erscheinen.

Die Längslinien sowohl als die Querlinien sind durchaus nicht in der Scheide des Muskelbündels, sondern in diesem selbst enthalten, wovon man sich durch höheres und tieferes Stellen des Mikroskops überzeugen kann, da dann die Linien nicht schwinden, sondern andere in den Focus treten**).

Mehrere Beobachter [Jacquemin[1]), Skey von den ältern] wollen in dem ausgewachsenen Primitivbündel einen Centralkanal bemerkt haben; in der neuern Zeit hat ihn Valentin[2]) wieder

---

*) Abstand der Längslinien von einander: Lauth, Institut. 1834. No. 70. 0,0009'''. Krause, Hdbch. 2. Aufl. p. 95. $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{840}$'''. *R. Wagner*, *Mens. micrometric.* 0,0004 bis 0,0008'''. *Ficinus*, *De fibra musc.* p. 17. 0,001 bis 0,00066'''.

**) Eine Täuschung in dieser Beziehung ist bei Insecten sehr leicht dadurch möglich, dass ein feiner Tracheenzweig über die Muskelfaser hinläuft und mit seinen Spirallinien für Muskelscheide genommen wird. Diese Spirallinien sehen den Querlinien der Muskelbündel täuschend ähnlich, doch bei genauer Betrachtung wird man die Verzweigung der Trachea bald erkennen.

1) *Jacquemin*, *Isis* 1835. p. 437. — 2) Valentin, in Müller's Archiv. 1840. p. 207. Berliner Encyklop. p. 200. u. Wagner's Hdwtb. p. 716.

beschrieben. In seiner neuesten Arbeit spricht sich dieser Forscher jedoch dahin aus, dass bemerkter Kanal nur in den frühern Entwickelungsperioden der Faser sicher vorhanden sei, obgleich er auch in spätern Perioden noch als Rudiment vorhanden sein könne. Gerber will eine formlose Hyalinsubstanz in dem Innern der Faser gesehen haben (an welchem Thiere und in welchem Alter?). Endlich hat auch Henle[1]) in den mit Essigsäure behandelten Fasern des Herzens einen Centralkanal mit körniger Marksubstanz gesehen. An Muskelfasern erwachsner Menschen und der Haussäugethiere konnte ich nie eine Spur eines solchen Centralkanals wahrnehmen, jedoch an den Bauch- und Schenkelmuskeln einer in Weingeist einige Zeit aufbewahrten *Lacerta viridis* war ein deutlicher Kanal in den Primitivbündeln vorhanden, ja die Bündel zerfielen sehr leicht in Ringe, ähnlich denen, welche Valentin im Handwörterbuche d. Phys. v. R. Wagner (I. Fig. 77. b.) aus dem Schwanzmuskel einer Kaulquappe abbildet. Da dieser Kanal mit der Entwickelungsgeschichte zusammenhängt, auch Henle ihn bei Menschen und höhern Säugethieren in den willkührlichen Muskeln vergebens suchte, so dürfte er als eine Eigenthümlichkeit jüngerer Muskeln bei höhern Thieren und vielleicht bei allen Muskeln niederer Thiere zu betrachten sein.

Ein so beschaffenes Muskelbündel läuft innerhalb seines Muskels meist gerade, mit den Nachbarn parallel, in den Sphincteren bogenförmig, wahrscheinlich von einer Sehne oder einem Ansatzpunkte durch den ganzen Muskel hindurch zum andern Ansatzpunkte, nur bei Ringmuskeln dürfte es in sich selbst zurückkehren. Bei den sich zerstreuenden Bündeln des *Orbicularis palpebrarum* ist die Haut als der zu bewegende Theil und als Ansatzpunkt zu betrachten. In der Ruhe ist ein solches Bündel glatt, bei der Bewegung aber macht es die sogenannten Runzeln, die man oft auch nach dem Tode noch sehen kann. Dieselben werden durch grössere zickzackförmige Biegungen des ganzen Bündels veranlasst; der Winkel, den diese Biegungen machen, muss natürlich verschiedene Grade haben, je nachdem die Faser mehr oder weniger verkürzt ist. Die Schenkel der Winkel sind

---

1) Henle, Allg. Anat. p. 585.

aber viel grösser, als dass man sie auf eine Zellenbegrenzung reduciren und annehmen könnte, an ihrem Anfange und Ende sei die Verwachsungsstelle zweier Zellen. Diese Runzeln laufen als breite mehr oder weniger dunkle Schatten quer, meist etwas schief, nicht ganz parallel über das Muskelbündel herüber; der Schatten deutet den tiefer liegenden und vom Lichte abgewendeten Schenkel des Winkels an, der angrenzende helle Streifen aber die Höhe des Winkels, daher dieser stets sehr schmal erscheint. Einen hellen und dunklen Streifen, also eine ganze Runzel, fand ich an dem ausgerissenen Flügelmuskel einer Stubenfliege 0,0036 bis 0,0050‴. Die Angaben müssen natürlich nach der Dicke des untersuchten Bündels schwanken.

Die Untersuchung der Primitivfasern der Muskeln ist eine der schwierigsten, und nicht selten kommen wir hier auf die Grenze unsers künstlichen Sehvermögens; es kann daher keine Meinung über dieselben jetzt auf unbedingte Annahme Anspruch machen.

Die Muskelprimitivfasern innerhalb der Primitivbündel, nach Krause, zu 5, 50 bis 500 gelegen und diese bildend, sind sehr zarte, ungetheilte, wahrscheinlich durch den ganzen Muskel verlaufende, von scharfen dunklen Conturen begrenzte Fasern (Tab. III. Fig. 2. a.), welche nach den meisten Messungen 0,0006‴ Breite haben, cylindrisch oder vielleicht etwas platt, farblos sind. Dieselben werden erkannt an den Längsstreifungen der primitiven Muskelbündel, und an den Durchschnittsflächen dieser Bündel sieht man sie treppenförmig über einander liegen oder sich nach aussen umschlagen, so dass alle oder nur die äussern Fäden eines Bündels sich aufschlagsähnlich umschlagen; endlich sieht man diese Fäden einzeln an Bündeln, deren Scheide aufgelöst (in Speichel) oder zerrissen ist. In letztern Falle treten sie aus der seitlichen Wunde der Scheide hervor und bilden, wenn es mehrere sind, ein eignes Gewirr, welches Gerber abgebildet aber nicht richtig erkannt hat. Ich sah mehrere Male dasselbe an frischen Muskelbündeln der Menschen oder Säugethiere. Einzelne Fäden konnte ich ganz deutlich bis in ihre innerhalb der Scheide zickzackartig oder spiralig verlaufende Fortsetzungen verfolgen, so dass mir gar kein Zweifel bleiben

konnte. Mit Bindegewebsfäden können diese Fäden ihrer scharfen dunklen Conturen wegen nicht verwechselt werden. Die meiste Aehnlichkeit haben sie mit Kernfasern, jedoch das eigenthümliche Verhalten innerhalb der Scheide lässt sie auch von diesen unterscheiden. Eine Varicosität dieser Fäden, wie sie Schwann[1]) und Valentin[2]) annehmen, kann ich nicht glauben, denn alle ausserhalb der Scheide gesehenen Primitivfasern erschienen mir glatt und eben, auch hat kein Beobachter die isolirten Fäden knotig gesehen. Die anderweitigen Gründe gegen die Varicosität der Fäden hat Will[3]) aus einander gesetzt. Der Verlauf der Primitivfäden innerhalb der Scheide ist in gesundem Zustande stets ein feiner Zickzack oder feine Spirale, jedoch möchte ich im Allgemeinen mehr für das erstere stimmen, denn der Anschein der letztern Form fand sich hauptsächlich an Weingeistpräparaten. Einen ganz geraden Verlauf der Primitivfasern innerhalb der Bündel glaube ich darum nicht annehmen zu dürfen, 1) weil ich ganz glatte Bündel, ohne alle Spur von Querstreifen, nur in kranken, sehr erschlafften, atrophischen Muskeln gesehen habe, 2) weil an abgerissenen Muskelbündeln innerhalb oder ausserhalb der Scheide die Primitivfäden stets mit Zickzack oder Spirale endigen, und endlich 3) weil es nicht einzusehen wäre, wie ganz gerade verlaufende Fäden, wenn sie durch einen seitlichen Riss der Scheide hindurchtreten, so vielfaches Gewirr bilden könnten, da sie im Gegentheil dann selbst bei geöffneter Scheide kaum durch dieselbe austreten oder höchstens einfache Schlingen würden. Den zickzackähnlichen Verlauf sieht man oft recht deutlich an den seitwärts gelegenen Fäden, wenn dieselben sich etwas von dem ganzen Bündel entfernt haben (vergl. Tab. III. Fig. 2. a. a. a.). Wie dieser Verlauf der Fäden die feineren und stärkeren Querlinien der Bündel so wie das Runzeln derselben verursache, werden wir bei der Untersuchung, wie sich die Bündel bei der Contraction verhalten, näher kennen lernen. Mandl[4]);

---

1) Schwann, in J. Müller's Physiologie. II. 33. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 712. — 3) Will, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 353. — *Mandl, Anat. microscopique. Première serie. I. Livr.* 14. u. *Fig.* 3. u. 15.

Gerber[1]) und Henle[2]) sprechen von Fäden oder Bändern, welche spiralig die Bündel umgeben. So schwer es ist, hier erfahrungsmässig die Wahrheit festzustellen, so glaube ich doch, dass jene verdienstvollen Männer sich durch die breitern Querlinien oder durch nicht völlig scharf ausgeprägte Runzeln haben irre führen lassen, denn bei einer gewissen Stellung des Focus geben diese ganz das Ansehn eines spiralig umgewundenen Bandes mit sehr engen Zwischenräumen. Bisweilen lösen sich die in Weingeist aufbewahrten Muskelbündel in kleinere, fast quadratische Stücke, wie beim Pferde, oder in noch kürzere Stücke, so dass das ganze Bündel, wie schon oben bei den Muskeln von *Lacerta* bemerkt, aus Ringen oder Scheiben zu bestehen scheint, und dadurch liess sich auch Bowman verführen, eine solche Zusammensetzung wirklich anzunehmen. Ich vermuthe, dass die Trennungsstellen dieser Scheiben oder Ringe den Grenzen der Runzeln entsprechen, denn bei der grünen Eidechse entsprachen beide einander.

Die Scheide der primitiven Muskelbündel, *Sarcolemma*, *Perimysium* (Tab. III. Fig. 2. b.), ist von allen Beobachtern unzweifelhaft gesehen worden. Sie ist eine zarte, durchsichtige, structurlose Hülle jedes Muskelbündels, an der oft, besonders nach Einwirkung von Essigsäure, Weinsteinsäure u. s. w., Kerne sichtbar sind, die entweder noch länglichrund oder langgestreckt in einander überzugehen und Kernfasern darzustellen scheinen; doch sieht man bisweilen auch nur in einer Reihe stehende dunkle Punkte als Reste derselben. Wenn sie wirklich Kernfasern darstellen sollten, so entstünde die Frage, ob dann nicht Seitenzweige zu benachbarten Bündeln übergehen und ob nicht auf diese Weise die einzelnen Bündel mit einander verbunden werden. Es spricht für diese Meinung die Beobachtung, welche Andere gewiss auch gemacht haben, dass Bindegewebsfäden von der Scheide eines Bündels zu der eines andern übergehen (c), wie ich es einige Mal gesehen habe. Mehrere Histiologen, Lauth, Remak, Krause, lassen diese Scheide sich falten und finden in diesem Falten die Ursache der Querlinien der Muskel-

1) Gerber, Allg. Anat. p. 140. — 2) Henle, Allg. Anat. p. 583.

bündel; allein ausser den schon oben angeführten Gegengründen ist besonders zu bemerken, dass man sich von der Ebenheit der Scheide besonders dann überzeugen kann, wenn im Innern die Primitivfäden zerrissen sind, denn dann kann man nicht allein die ebene Scheide ganz deutlich sehen, sondern man findet bisweilen einige über die übrigen hervorstehende Primitivfäden, welche durch ihr Zickzack auf der einen Seite des Bündels die Querlinien verursachen, während auf der andern Seite die Scheide glatt ist. Das Bindegewebe, welches die primitiven Muskelbündel zu secundären und tertiären Bündeln verbindet, hat man auch *Perimysium externum* genannt; es hängt mit dem den ganzen Muskel äusserlich umhüllenden Bindegewebe innig zusammen.

Der Zusammenhang der Muskelfasern mit den Sehnen (Tab. III. Fig. 3.) ist, soweit die Beobachtungen von Ficinus, Valentin, Gurlt, Gerber und Andern reichen, folgender: Jedes Muskelbündel endigt sich mit einer stumpfen, kegelförmigen Spitze; da aber die Fäden, welche die Sehne zusammensetzen, viel feiner sind, so bilden viele solcher neben einander liegender Fäden eine konische Vertiefung, von welcher das Ende des Primitivbündels aufgenommen wird. Wie aber die Festigkeit des Zusammenhanges erlangt wird, ist dabei, wenigstens aus den mechanischen Verhältnissen, noch nicht zu ersehen. Bei gekochtem Fleische löst sich die Sehne leichter vom Muskel als bei frischem.

Die chemische Analyse des Muskels kann nie ein ganz scharfes Resultat geben, denn ausser den Muskelfasern wird stets mehr oder weniger Bindegewebe, Blut, Blutgefässe, Lymphgefässe mit ihrem Inhalte, so wie Nervenfäden mit in die Untersuchung kommen.

Die Untersuchungen von Berzelius[1]) und Braconnot gaben folgende Resultate:

			Berzel.	Brac.
Fleischfaser, Gefässe und Nerven	15,8	} . . .	17,70	18,18
Zellgewebe im Kochen zu Leim gelöst	1,9			
		Latus	17,70	18,18

1) Berzelius, Lehrb. der Chemie. IX. p. 588.

	Berzel.	Brac.
Transport	17,70	18,18
Lösliches Albumin und Faserstoff	2,20	2,70
Alkoholextract mit Salzen	1,80	1,94
Wasserextract mit Salzen	1,05	0,15
Albuminhaltiger, phosphorsaurer Kalk	0,08	—
Wasser und Verlust	77,17	77,03
	100,00	100,00

Aehnliche Resultate erhielten Schlossberger[1]) und Schütz. Wie rasch aber der Umsatz der Materie in den Muskeln sei, zeigt nicht allein der Reichthum derselben an Blutgefässen, sondern auch der Umstand, dass, wenn durch heftige Anstrengung der Verbrauch so rasch ist, dass der nöthige Ersatz nicht geleistet werden kann, am Ende die Möglichkeit fernerer Muskelbewegung aufhört, z. B. bei gehetzten Thieren, deren Muskeln selbst nach dem erfolgten Tode dunkler von Farbe sein und rasch in Fäulniss übergehen sollen.

Die Verbreitung der Blutgefässe in den Muskeln ist folgende. Nachdem ein stärkerer Ast nach der Längsrichtung in den Muskelbauch eingetreten ist, spaltet er sich bald in mehrere Zweige, welche aber immer in der Hauptrichtung den Muskelfasern folgen, viele feine Zweige abgeben und sich endlich in Capillargefässe auflösen. Diese bilden ein dichtes Netz aus langgestreckten Maschen nach der Richtung der Muskelfasern mit wenigen Querästen und dringen zwischen die Primitivbündel, aber nicht in diese selbst ein. Vertheilung der Nerven s. b. d. Nerven.

Entwickelungsgeschichte. Die bisherigen Beobachtungen über die Entwickelung der Muskelfaser sind von Valentin[2]) und Schwann[3]). Die Angaben dieser beiden Forscher treffen in den frühern Stadien zusammen, in den spätern weichen sie aus einander. Beide lassen nämlich das primitive Muskelbündel aus linear an einander gereihten Zellen entstehen; diese

1) Schlossberger, Vergleichende chemische Untersuchungen über das Fleisch verschiedener Thiere. Tübingen 1840. — 2) Valentin, Entwickelungsgeschichte des Menschen. p. 268. Joh. Müller's Archiv 1840. p. 194. und R. Wagner, Handwörterbuch. I. p. 715. — 3) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. p. 156.

Zellen verwachsen mit einander, die entstandenen Zwischenwände gehen verloren und der so gebildete gleichmässige hohle Cylinder ist die Grundlage für die weitere Ausbildung. Soweit stimmen jene Männer überein. Auch Kölliker[1]) sah bei Sepia als erste Grundlage der Muskeln zugespitzte an einander gereihte Zellen. Schwann's Ansicht über die fernere Entwickelung ist folgende: Die Kerne der verschmolzenen Zellen liegen nach einwärts gegen die Höhle der Röhre hin. Indem nun auf der innern Wand der letztern sich eine secundäre Ablagerung bildet, nicht aber die Zellenwand sich selbst verdickt, werden die ursprünglichen Zellenkerne nach aussen gedrängt und bleiben in der Scheide an der äussern Fläche des Bündels liegen. Die im Innern abgelagerte Materie isolirt sich zu Fasern, d. s. die Primitivfasern der Muskeln. Nach dieser Theorie würde in den frühern Stadien jedes Muskelbündel eine Höhle besitzen, die aber nicht von einer besondern Membran ausgekleidet, sondern unmittelbar von den Primitivfäden begrenzt wäre. Ob diese Höhle bei höhern Thieren und im vorgerückten Alter durch die Primitivfäden ganz ausgefüllt werde, ist zwar wahrscheinlich, aber nicht über allen Zweifel gewiss. Pappenheim[2]) und Reichert[3]) treten dieser Ansicht bei. — Nach Valentin dagegen bleiben die ursprünglichen Zellenkerne in der Höhle liegen, werden von sehr kleinen Kernchen (wie Elementarkörner) umgeben und oft von ihnen versteckt. Während diese Veränderung an den Kernen vorgeht, verdickt sich die Wand des Rohres durch Ablagerung auf ihrer äussern Fläche, es müssen also die Kerne einwärts gedrängt und die ursprüngliche Höhle verengert werden. Die so verdickte Wand giebt das Material zur Bildung der Primitivfasern her. Die Höhle im Innern des Bündels würde nach dieser Ansicht von der nach einwärts gedrängten Zellenmembran ausgekleidet werden und die Reste der Kerne enthalten. Die Scheide des Bündels würde sich durch neue Kernbildung u. s. w. aus dem umgebenden Plasma darstellen. — Henle ist dieser Ansicht ebenfalls zugethan, und auch ich muss mich

1) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. p. 74. — 2) Pappenheim, Die Verdauung. p. 111. — 3) Reichert, Das Entwickelungsleben. p. 241.

nach eignen Untersuchungen derselben anschliessen. — Bei Schaafsembryonen von 1,5″ Länge sah ich das Aneinanderreihen der Zellen recht deutlich und wunderte mich über die ziemlich regelmässige Würfelgestalt der sich verbindenden Zellen (Tab. III. Fig. 4. a.), deren Kerne wenig dunkel, gross und länglichrund sind. An der Wand der Zelle war keine Structur zu bemerken, ebenso war der Inhalt ohne Trübung. Bei 2″ oder 2,5″ langen Schaafsembryonen fand man dieselbe Form, doch waren auch solche Fasern da, in denen die durch Verwachsung der Zellen entstandenen Scheidewände schon geschwunden waren; dabei waren die Kerne dunkler geworden und standen quer in der zarten Röhre (b). Ein schwer zu erklärender Umstand dabei ist der, dass die Kerne einander näher gerückt waren; es muss sich also die ganze Faser verkürzt haben, oder es sind neue Zellen hinzugetreten. Wahrscheinlich ist beides der Fall. Schon in dieser Periode fangen die Wände des Rohres an, eine feine Streifung zu zeigen, und bei Embryonen, um einen Zoll grösser als die eben betrachteten, findet man das Rohr trübe, undurchsichtig und hier und da fein faserig (c). Durch Anwendung der Essigsäure und des Compressorium habe ich mich überzeugt, dass die Kerne nicht nach aussen, sondern nach einwärts gedrängt werden und, wie ich glaube, daselbst zerfallen, um anfangs die von einigen Beobachtern, Valentin, Gerber, Henle, bemerkte Marksubstanz darzustellen, endlich aber mit der fortgehenden Entwickelung der Primitivfasern aus der verdickten Zellenwand ganz verdrängt zu werden. Ob übrigens die Verdickung auf der innern oder äussern Fläche geschieht und ob der Centralkanal eine eigne Auskleidung hat, darüber habe ich nicht klar werden können, es scheint mir auch nicht möglich, dieses durch unmittelbare Beobachtung zu entscheiden. Nur der Umstand, dass die Kerne nach einwärts gedrängt werden, könnte einen Wink geben, dass diese Verdickung an der innern Fläche sich anlege. Sobald die Längsfaserung nur einigermassen vorgeschritten ist, werden auch die Querfasern der primitiven Muskelbündel bald bemerkbar. Da das Sarcolemma so oft Kerne enthält, diese aber nicht die primitiven Zellenkerne sind, so muss es aus dem umgebenden Plasma durch neue Kernbildung und deren

weitere Metamorphose dargestellt werden. Auch Valentin ist dieser Meinung.

Die Lebenserscheinungen der Muskeln bestehen bekanntlich darin, durch Zusammenziehung und Verkürzung ihrer Bündel und Fasern die Bewegung der Theile, an welche sie sich anheften, zu bewirken. Hier werden wir zu untersuchen uns bemühen, wie die Elementartheile des Muskels, das primitive Muskelbündel und die Primitivfaser sich bei der Contraction verhalten und unter welchen Einflüssen die Zusammenziehung erfolge.

Was das Verhalten der Primitivbündel der Muskeln bei der Contraction anbetrifft, so hatten Winslow[1]) und Haller[2]) schon eine Kräuselung, *rugas*, beobachtet, welche quer über die Muskeln gehen, und Letzterer nennt de Heyde als solchen, welcher dasselbe beobachtet habe. Doch Verheyen[3]) hat früher schon die Kräuselung bildlich dargestellt. Ebenso sprechen Treviranus[4]) und Prochaska[5]) schon von dieser Kräuselung. Genauere Beobachtungen haben jedoch erst Prévost und Dumas[6]) angestellt. Ein 1,5''' langes Bündel aus einem Froschmuskel machte bei der Einwirkung eines galvanischen Reizes acht zickzackförmige Biegungen in ziemlich regelmässiger Entfernung, es musste also auf eine ganze Biegung 0,079''' kommen und der äusserste Abstand der Schenkel des Winkels, *sinus*, 0,136''' messen. Merkwürdig erscheint dabei, dass die Winkel sich allemal an denselben Stellen wieder zeigen, jedoch dürfte die Meinung, dass dieses die Punkte seien, über welche die Primitivfäden der Nerven weggehen, nicht begründet sein, denn so viel Primitivfäden gehen wohl kaum über ein Muskelbündel weg, als es bei der Zusammenziehung knieförmige Beugungen macht. Sehr sorgfältige, schätzenswerthe Untersuchungen hat auch Ficinus[7]) angestellt. Derselbe fand bei freiwilliger Contraction

---

1) *Winslow, Exposit. anatomique de la struct. du corps humain. Amsterdam* 1752. *II.* 17. — 2) *Haller, Elementa phys. IV. Lauss.* 1762. *p.* 413. — 3) *Verheyen, Supplement. anat. seu anatomiae libr. II. p.* 171. u. *Tab. I. Fig.* 7. — 4) Treviranus, Vermischte Abhandlungen. I. 134. — 5) *Prochaska, De carne musculari. Cap.* 14. — 6) *Prévost* u. *Dumas, Journ. de phys. III.* 306. *seq.* — 7) *Ficinus, De fibrae muscularis forma et structura. Diss. Lips.* 1836.

eine regelmässige wellenartige Erhebung von 0,004''', die bald vorwärts bald rückwärts schritt und endlich bei der Erstarrung Erhebungen und Vertiefungen zurückliess. Dabei giebt Ficinus die interessante Bemerkung, die später auch von Valentin[1]) und Gerber[2]) bestätigt worden ist, dass diese wellenförmigen Erhebungen, von einem Ende des Muskels entstehend, gegen das andere fortrücken und mit den von der entgegengesetzten Seite kommenden Erhebungen doppelt grosse dergleichen, also nach Art der Wellen eine Interferenz bilden.

Bei den Schriftstellern sowohl als in der Natur findet man drei Formen von Biegungen der Muskelbündel und Muskelfasern, die aber von erstern oft vermengt und nicht gehörig unterschieden werden.

1) Die Kräuselung*). Sie besteht in einer wellenförmigen Erhebung und Beugung des ganzen Bündels; es werden also durch dieselbe grössere Runzeln erregt, welche die gleich zu beschreibenden schwächern Erhebungen noch in sich einschliessen. Diese Kräuselung scheint der Ausdruck der stärksten Contraction eines Muskelbündels zu sein.

2) Grössere Zickzackbiegungen der Primitivfasern innerhalb des Bündels. Schon Lauth[3]) bemerkte ausser der Kräuselung noch eine Verkürzung der Muskelbündel mit stärkern Querlinien in der Scheide. Offenbar legt hier Lauth Etwas in die Muskelscheide, was nothwendig in den Primitivfasern liegt; er hat wahrscheinlich die grössern von J. Müller bemerkten und oben beschriebenen Querlinien gesehen, welche durch zickzackförmige Biegungen der Primitivfasern entstehen, und da alle Winkel einer Faser sich genau in die Winkel der andern Fasern einlegen, also die Biegungen aller oder mehrerer Fasern parallel neben einander fortlaufen, so kommen alle Erhebungen und alle Senkungen in eine Linie und geben dadurch Licht- und Schattenstreifen, d. s. die stärkern Querstreifen der

1) *Valentin, De functione nerv.* p. 132. — 2) Gerber, Allg. Anat. p. 140.

*) Sehr gut abgebildet bei *Ficinus, De fibrae musc. forma. Fig.* 22.

3) *Lauth, Institut.* 1834. *No.* 70.

Muskelbündel, welche sonach Ausdruck einer mittlern Stärke der Contraction sein mögen.

3) Haben wir so die Runzeln und die grössern Querstreifen der Muskelbündel als den Ausdruck der lebendigen Contraction des Muskels kennen gelernt, durch welche die Bewegung der Theile zu Stande kommt, so entsteht nun die Frage nach der Bedeutung der feinen Querstreifen der Muskelbündel. Dieselben sind so constant, dass sie durchaus als wesentliche Eigenthümlichkeit gesunder Muskeln angesehen werden müssen, und nur an gelähmten oder sehr erschlafften Muskeln fehlen sie ganz oder zum Theil. Wir haben oben gesehen, dass die Erscheinung dieser Querlinien von einer sehr feinen zickzackförmigen Biegung der Primitivfasern abhängt; ist nun durch Erfahrung bewiesen, dass die Runzeln und grössern Querlinien der Muskelbündel wesentlich mit der lebendigen Contraction der Muskelbündel zusammenhängen, so wird es sehr nahe liegen, die feinen Querlinien mit der steten Spannung der Muskeln, wodurch die Antagonisten, wie zwei gleichbelastete Wagschalen, sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, in wesentlichen Zusammenhang zu bringen und anzunehmen, dass sie eben der Ausdruck dieser Spannung sind. Es kann nicht als Einwurf geltend gemacht werden, dass man diese Streifen bei todten Muskeln, ja bei einzelnen kleinen ausgeschnittenen Stückchen findet, denn wenn diese Linien der Ausdruck der lebendigen, stets regen Spannung sind, so müssen sie auch bei gesunden Menschen und Thieren bis zum Tode ausdauern und in dem erstarrten Muskel wieder zu finden sein, denn nach dem Tode ist keine Kraft, welche diese vom Leben eingeprägten Formen verwischen könnte. Nach Will[1]) schwinden sie, wenn man die Fasern längere Zeit in Wasser liegen lässt.

Als eine bequeme Methode, die Contraction einzelner lebender Fasern zu beobachten, ist mir folgende erschienen. Ein Frosch wird, mit Ausschluss eines Hinterbeines in feuchte Leinwand gewickelt, auf ein durchlöchertes Bretchen so befestigt, dass der Wadenmuskel über eine grössere Oeffnung des Bretchens

1) Will, in J. Müller's Archiv. 1843. p. 356.

zu liegen kommt; darauf wird unter das Bein ein gewöhnliches Objectgläschen, welches an einer schmalen Seite eine ganz kleine Rolle trägt, untergeschoben, die Haut über dem Wadenmuskel entfernt und aus dem Wadenmuskel selbst von unten nach aufwärts ein feines Streifchen geschnitten, oben aber noch mit dem Muskel im Zusammenhange gelassen. Dieses Streifchen wird nun auf das Objectglas gelegt. Sehr oft kann man so schon recht hübsch die Contractionen beobachten; allein nach ein- oder mehrmaliger Contraction bleibt das Streifchen contrahirt, man muss also nun einen feinen Seidenfaden mit entsprechenden Gewichtchen an dasselbe knüpfen und über die Rolle des Objectglases führen; durch diesen Faden kann man die erfolgte Contraction wieder aufheben und neue Contractionen beobachten.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Umstände über, unter denen ein Muskel sich zusammenzieht, so kommen wir zuerst auf die Vorfrage: Ist die Empfänglichkeit für äussere Reize und die Fähigkeit, darauf zu reagiren, den Muskelfasern eigenthümlich, oder wird sie ihnen erst durch den Zutritt des Blutes und durch den Einfluss der Nerven mitgetheilt?

Haller[1]) nannte die Fähigkeit der Muskeln, auf angebrachte Reize sich zusammenzuziehen, *Irritabilitas* und sah sie als eine den Muskeln inwohnende Kraft an, „*quorum ulterior causa ignoratur, eademque in ipsa fibra insita, non aliunde advenit.* Dieselbe Irritabilitätslehre hatte aber schon vor Haller Glisson sehr genau und ausführlich vorgetragen, wie Meyer[2]) berichtet. So schön und brauchbar diese Theorie zu einer Zeit sein mochte, als man die feinere Vertheilung der Nerven u. s. w. noch nicht kannte, so wenig genügt sie jetzt. Schon A. v. Humboldt zeigte, dass Muskeln, die soweit als möglich ihrer feinern Nerven beraubt sind, sich nach galvanischen oder anderen Reizen nicht mehr zusammenziehen, und durch fremde[3]) und eigne[4]) Unter-

---

1) *Haller, Elementa. IV. libr. XI.* p. 461. — 2) Meyer, in Haeser's Archiv. V. 1. — 3) Fowler, in Monro u. Fowler, Von thierischer Electricität. p. 129. seq. Krimer, Physiol. Untersuchungen. p. 68. seq. Nasse, Ueber d. Verhältniss des Gehirns u. Rückenmarks. Halle 1818. *Valentin, De functionib. nervor.* p. 125 — 126. — 4) Günther u. Schön, in Joh. Müller's Archiv. 1840. p. 274.

suchungen belehrt, wissen wir, dass nach der Durchschneidung eines Nerven zwar unmittelbar auf den Muskel angebrachte Reize noch Zuckungen hervorrufen, wenn Reizung des unter dem Schnitte gelegenen Nervenstückes nicht mehr dergleichen erregen können, allein wir wissen auch, dass dieses nur eine kurze Zeit dauert und dass die Zusammenziehung wahrscheinlich nur durch die innerhalb des Muskels laufenden Nerven vermittelt wird, und sobald auch diese abgestorben sind, hört alle Möglichkeit der Bewegung auf. Wir, ich und mein für die Wissenschaft zu früh verstorbener Freund Schön, fanden, dass bei Caninchen 12 Stunden nach der Durchschneidung die Reizbarkeit in dem untern Nervenstücke abnimmt und in 7 bis 8 Tagen, oft aber noch viel früher ganz geschwunden ist. In den Muskeln hielt sich die Empfänglichkeit für unmittelbare Reize in den ersten Tagen etwas vollständiger, war aber am zweiten Tage bedeutend geschwächt und nach 7 bis 8 Tagen ebenfalls geschwunden. Mit der Verminderung und Aufhebung des Contractionsvermögens ist eine eigne Structurveränderung der Muskelbündel zu bemerken, die schon Skey[1]) und Valentin[2]) gesehen und die ich neuerdings bei Muskeln der Caninchen fand, deren Nerven zerschnitten waren. Die Muskelbündel erscheinen dann ganz platt, die Längsstreifen sind zwar noch bemerklich, allein die Querstreifen sind geschwunden.

Hiernach sind wir wohl zu dem Schlusse berechtigt, dass die Zusammenziehung zwar eine den Muskeln eigenthümliche Lebensäusserung sei, dass sie aber von dem Einflusse des Nervensystems abhänge und mit dem Aufhören dieses Einflusses schwinde. Die Art der Verbreitung der Nervenprimitivfasern in den Muskeln giebt keinen Aufschluss über den dynamischen Zusammenhang beider. Die Nerven treten in mehr oder weniger feinen Bündeln, auch wohl stärkern Strängen in die Muskeln ein, geben feinere Fäden ab, die sich immer wieder theilen, bis zuletzt Fäden von 2 bis 4 Primitivfäden übrig bleiben; von diesen treten nun bogenförmig die einzelnen Primitivfäden ab, gehen eine Strecke

---

1) *Skey, Philos. Transact.* 1837. *p.* 378. — 2) *Valentin, De functionib. etc. p.* 126.

weit mit sanften Biegungen quer über die Primitivmuskelbündel weg und senken sich dann in ein anderes Nervenbündel ein, um in diesem wieder gegen die Centralorgane zurückzulaufen. In keinem Falle sind aber so viele Nervenfäden da, dass über jede knieförmige Beugung eines Muskelsbündels einer gehen könnte. Die Wirkung der Nerven muss sich also über ihre räumliche Ausdehnung hinaus erstrecken; es ist, wie Müller[1]) sagt, eine Wirkung der Nerven auf die Muskeln ohne *actio in distans* nicht denkbar.

Da mit jeder organischen Function, besonders aber mit der Muskelaction eine Veränderung des chemischen Zustandes der Materie verbunden ist, so wird die Fähigkeit der Muskeln zur Contraction auch von dem Stoffwechsel, von dem Ersatze des Stoffes, also von der Zufuhr des Blutes abhängig sein, und nach völliger Aufhebung des Blutzuflusses scheint eben so schnell Lähmung einzutreten als nach dem Durchschneiden der Nerven. Fowler will sogar bemerkt haben, dass nach Unterbindung der Arterien eines Gliedes die Fähigkeit, auf galvanische Reize zu reagiren, in den Muskeln rascher aufgehoben werde als selbst nach Durchschneidung der Nerven, und allerdings wir haben gesehen, dass 2 bis 3 Tage nach der bezeichneten Operation die Muskeln nach unmittelbar angebrachten Reizen noch zucken, während bei so lange aufgehobenem Blutzuflusse schon Brand eingetreten oder doch in der Nähe ist. Wie stark aber der Stoffwechsel in den Muskeln sei, beweist der Reichthum derselben an Blutgefässen.

Sonach sind die Umstände, unter denen in gesunden Muskelfasern Contraction erfolgt, 1) der ungestörte Zufluss des Blutes und 2) ein durch die Nerven aufgenommener und den Muskeln zugeführter Reiz, komme dieser aus den Centralorganen des Nervensystems, oder sei er im Laufe des Nerven diesem auf irgend eine Art mitgetheilt worden.

Die Muskeln des Skelets bestehen demnach aus grössern und kleinern Bündeln, letztere aus den primitiven Bündeln, welche wieder in einer texturlosen Scheide die Primitivfäden enthalten. Letztere verursachen durch regelmässige zickzackförmige Bie-

---

1) Joh. Müller, Physiologie. II. 15.

gungen und den dadurch bedingten Wechsel von Licht und Schatten die Querstreifen der primitiven Bündel. Diese Bündel und somit der ganze Muskel besitzen die Fähigkeit, unter dem Einflusse des Nervensystems und des arteriellen Blutes auf angebrachten Reiz sich zu verkürzen, indem jedes Bündel sich kräuselt, die Primitivfasern sich aber noch in grösserm Zickzack verkürzen und dadurch die breitern Müller'schen Querlinien veranlassen. Die feinern Querlinien sind Ausdruck der lebendigen Spannung in dem Muskel.

Die Muskeln, welche die eben erörterten Eigenthümlichkeiten besitzen, sind die Muskeln des Skeletes, der Augen, des Mundes, des Kehlkopfes, des Schlundkopfes und obern Theiles des Schlundes, der Schliessmuskel des Afters, der Scheide, der Harnschneller, der Aufrichter der Ruthe, das Zwerchfell und das Herz. Diese sind also nicht blos Muskeln, die nur nach Einwirkung des Willens sich contrahiren, sondern welche in ununterbrochener Thätigkeit begriffen, auch ohne directen Einfluss des Willens functioniren. Die Respirationsmuskeln wirken ohne den Willen, ihre Thätigkeit kann aber durch denselben modificirt werden, aber auf das Herz, dessen Fasern ganz ähnlich gebaut sind, können wir keinen directen Einfluss ausüben.

In der Thierreihe steigt die Bildung der Muskeln ziemlich weit herab. Bei den Wirbelthieren ist kein wesentlicher Unterschied in dem Baue der Muskelfasern wahrzunehmen, nur in der Vertheilung der glatten oder gestreiften Muskelfasern sind einige Abweichungen bekannt. So zeichnet sich unter den Säugethieren das Pferd schon dadurch aus, dass die Muskelfasern des *Retractor penis* glatt sind. Bei mehreren Vögeln fand Krohn[1]) in der Iris Fasern, welche den quergestreiften Muskelbündeln ganz glichen, und Valentin[2]) giebt dasselbe an, und von Fischen sagt Reichert[2]), dass ihr Darmkanal quergestreifte Muskeln zeige. Bei den Wirbellosen kommen dieselben Elementartheile vor, doch scheinen im Allgemeinen die glatten Muskeln vorzuherrschen; nur bei den Insecten findet sich

---

1) Krohn, in J. Müller's Archiv. 1837. p. 364. — 2) Valentin, Repertorium. II. p. 248. — 3) Reichert, Med. Vereinszeitung. 1841. No. 10.

neben stark ausgebildeter Respiration ein deutlich quergestreiftes Muskelsystem.

Folgende Tabelle wird die Uebersicht der wenigen bis jetzt bekannten Beobachtungen erleichtern.

Cephalopoden. Glatte Muskelbündel, nach R. Wagner[1]), Kölliker[2]). Letzterer sah sie bei Embryonen.

Gasteropoden. Glatte Muskelbündel, nach R. Wagner, Ficinus[3]); ich sah sie bei Limax und Helix.

Beschalte Acephalen. Glatte Muskelfasern, nach R. Wagner. Eschricht[4]) fand bei den Salpen einen sehr complicirten Muskelapparat. Die Muskeln bestehen aus Bündeln von Primitivfasern und jedes Bündel zeigt im Innern (beim Embryo? Ref.) eine Reihe Zellenkerne und jede Primitivfaser ist deutlich quergestreift, nach Stannius[5]) aber fehlen die Querstreifen bei Arenicola.

Anneliden. Undeutliche Querstreifen sah R. Wagner, bei Hirudo und Lumbricus vermisste er sie aber ganz. Ebenso fand es Ficinus und ich. Valentin dagegen glaubt Querstreifen bemerkt zu haben.

Crustaceen. Deutlich quergestreifte Bündel, nach R. Wagner und Ficinus. Valentin fand selbst im Darme des Krebses die Querstreifen, die ich nicht wahrnehmen konnte.

Arachniden. Bei *Aranea diadema* und *Calophilla* sah ich an ausgerissenen Beinen bald glatte, bald gestreifte Muskelbündel.

Insecten haben nach dem Zeugnisse aller Forscher sehr deutlich quergestreifte Muskelbündel. Ich sah sie bei mehreren Käfern, der Stubenfliege, dem Kohlweissling u. s. w. Valentin fand im Darme von Grillen gestreifte Muskelbündel.

Echinodermen. Glatte Muskelfasern, nach R. Wagner.

---

1) R. Wagner, in J. Müller's Archiv. 1835. p. 318. — 2) Kölliker, Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. p. 74. — 3) *Ficinus*, *De fibrae musc. struct. Fig.* 24. u. 25. — 4) Eschricht, in J. Müller's Archiv. 1841. CXIII. — 5) Stannius, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 355.

Entozoen. Gar keine Muskelfasern, nach Demselben. Auch ich konnte in den Gliedern des Bandwurms keine Muskeln, sondern nur eine feingranulirte Masse mit eingestreuten Zellen unterscheiden.

Wir sehen sonach bei den Wirbelthieren glatte und gestreifte Muskelfasern im Ganzen mit wenig Ausnahmen ebenso vertheilt wie bei dem Menschen, während bei den Wirbellosen die glatten Muskelfasern vorzuherrschen scheinen; nur bei den mit ausgebildeter Luftrespiration versehenen Insecten treten die gestreiften Muskeln wieder deutlich hervor, bis sie in den folgenden Classen wieder in glatte übergehen und endlich ganz schwinden.

§. 82.

Nervensystem. Das Nervensystem ist die Vereinigung derjenigen Organe, mittelst welcher wir zunächst die Veränderungen des eignen Körpers und dadurch die Aussenwelt, welche jene Veränderungen veranlasst, wahrnehmen, mittelst welcher wir aber auch den Zustand unsers Körpers selbstthätig verändern, ihn bewegen und dadurch auf die Aussenwelt wirken können. Das Nervensystem ist aber auch von dem grössten Einflusse auf Bildung, Ernährung und Absonderung, so wie es das verbindende Glied zwischen Körper und Geist ist.

Gleich Eingangs muss aber bemerkt werden, dass das Nervensystem unmittelbar weder die Aussenwelt wahrnehmen, noch den Körper bewegen kann. Zur Wahrnehmung bedarf es gewisser Apparate, der Sinnesorgane, welche gleichsam die verschiedenen Seiten der Aussenwelt aufnehmen, assimiliren, oder welche geeignet sind, von den verschiedenen Potenzen der Aussenwelt verändert zu werden und diese Veränderung den Nerven mitzutheilen, von welchen sie bis zu den Centralorganen fortgeleitet wird. Zur Bewegung des Körpers bedürfen die Nerven der Muskeln, in denen sie eine Veränderung des Zustandes hervorrufen, die sich äusserlich als Contraction und dadurch als Bewegung der festen und weichen Theile zu erkennen giebt, durch welche Bewegung wir vielfach verändernd auf die Aussenwelt wirken können. Wie auf diese Weise das Nervensystem der Aussenwelt zugewendet ist, so gehört es nicht weniger der ei-

gentlichen Innenwelt, dem Geiste, der Seele an; jener kehrt es sich durch seine nach aussen gerichteten Verlängerungen, die Nervenstränge und Fäden, zu, die gleichsam wie Fühlarme die Aussenwelt erfassen, diesem, dem Geiste, gewährt es eine abgeschlossene Werkstätte seiner mannigfaltigen Operationen in dem abgerundeten, im Innern vielfach geformten Gehirne. Hieraus geht schon die Eintheilung des Nervensystems in ein peripherisches, die Nerven, und ein centrales, Gehirn und Rückenmark, hervor. Die elementaren Gebilde sind in beiden, im Gehirn und in den Nerven, mit wenigen ausserwesentlichen Modificationen gleich, nämlich verschiedene zellenähnliche Körperchen, die peripherischen und centralen Nervenkugeln und die Primitivfasern. Erstere sind hauptsächlich in der grauen Masse des Gehirns und in den Nervenknoten angehäuft, letztere bilden die wesentlichen Bestandtheile der Nerven und der weissen Hirnmasse.

Zuerst betrachten wir die zellenähnlichen Nervenkörperchen, die nach ihrer Form eingetheilt werden müssen 1) in die keulenförmigen Körperchen (Ehrenberg), 2) in die vielzackigen Nervenkörperchen, 3) in die kugeligen centralen Nervenkörperchen und 4) in die kleinen kugeligen Elemente der grauen Hirnsubstanz.

1) Die keulenförmigen Körperchen (Ehrenberg), Ganglienkugeln (Valentin), *Globuli nucleati*, Ganglienkugeln mit einem Fortsatze (Tab. III. Fig. 7. a. und Fig. 10. a.) sind sehr zarte Körperchen von rundlicher, ovaler und birnen- oder keulenförmiger Gestalt, welche aus einer Hülle, einem flüssigen Inhalte und einer meist central liegenden Zelle mit Kern bestehen und bis jetzt in den peripherischen Ganglien und im Gehirn beobachtet worden sind. Die Grösse dieser Körperchen scheint zwischen 0,020 bis 0,025''' zu schwanken; der längste Durchmesser ist natürlich bedeutend grösser und hat keine bestimmte Grenze, da in sehr vielen Fällen das Körperchen allmählig in den Stiel übergeht, in andern Fällen dieser Uebergang durch eine Grenze markirt ist. Einzeln ist ein solches Körperchen farblos, in grössern Anhäufungen haben sie ein blassröthliches Ansehen. Die Hülle ist ein zartes structurloses Häut-

chen, welches in Essigsäure schnell aufgelöst wird und gewöhnlich mit feinen Granulationen mehr oder weniger dicht besetzt ist. Die Existenz einer wirklichen Umhüllungshaut wurde schon von Volkmann[1]) erkannt, indem er an einer zerrissenen dergleichen Kugel aus der Vertheilung von Licht und Schatten auf das Dasein derselben schloss. Valentin[2]) hat sie ebenfalls beim Eintritt der ersten Spur der Fäulniss gesehen und aus dem Gasserschen Knoten abgebildet. Ich überzeugte mich von dem Dasein dieser Hülle dadurch, dass ich bei gelindem Druck zwischen zwei Glastäfelchen einen flüssigen Inhalt ausfliessen sah, während das Bläschen selbst dadurch zusammensank und undeutlicher wurde, aber doch nicht ganz schwand. Diese Flüssigkeit musste also doch durch eine Hülle zusammengehalten worden sein. Was das granulöse Ansehen betrifft, so kann das seinen Grund sowohl in der Hülle als in dem Inhalte haben; da dasselbe aber schwindet, wenn man den Focus des Instrumentes etwas tiefer stellt und ich den Inhalt ganz hell ausfliessen sah, so scheint es mir glaublich, dass die Hülle selbst zart granulirt sei. Von dieser Hülle geht nun eine Fortsetzung ab, welche eben dem ganzen Körper die keulenförmige oder birnförmige Gestalt verleiht und sich in den Ganglien an einen Nervencylinder (Tab. III. Fig. 7.) anlegt. Da ich nun deutlich einen flüssigen Inhalt in dem Keulenkörperchen erkannt habe, so halte ich diese Fortsetzung ebenfalls für hohl und glaube, dass durch dieselbe das keulenförmige Körperchen seinen Inhalt in den Nervencylinder ergiesse. Den Zusammenhang beider habe ich deutlich gesehen, auch über die röhrige Form des Fortsatzes bin ich nicht ungewiss, und zwar nicht nur deshalb, weil die ganze Form und der Zusammenhang dafür spricht, sondern auch, weil sowohl ich als mein Zeichner die Flüssigkeit an den Ganglien eines Blutegels in ganz zarten Tropfen aus dem von dem Nervencylinder abgerissenen Stiele abfliessen sah (Tab. III. Fig. 10. b.). Man überzeugt sich am besten von der Beschaffenheit dieser Körperchen an den kleinen Ganglien der Blutegel, des Regenwurms, auch der Schnecken, weniger am

---

1) Volkmann, in Müller's Archiv. 1838. p. 292. — 2) Valentin, Handwörterb. p. 693. und Fig. 38.

Krebse, da dieser zu durchsichtige Ganglien hat und daher die Form der einzelnen Theile schwerer zu erkennen ist. An grössern Thieren und am Menschen wird man zwar diese Körperchen auch sehen, allein da man das Ganglion zerreissen muss, um etwas zu erkennen, so sieht man auch den Zusammenhang äusserst selten. Interessant ist es auch, dass die Abbildungen von Remak[1]), von Henle[2]) und von Valentin[3]) diese Ganglienkörper stets so darstellen, als ob von dem Fortsatze etwas abgerissen sei. Will[4]) hält die Fortsätze ebenfalls für Röhren, glaubt aber, dass sie Anfänge oder Enden der Nerven seien, hat also auch den Zusammenhang mit den Nerven erkannt, aber nur in anderer Art als der Verfasser dieses. Wenn alle diese Körperchen Anfänge der Nervenfäden wären, so müsste der Unterschied in der Zahl der in ein Ganglion eintretenden und aus demselben austretenden Nerven doch sehr merklich sein; ich habe aber nie eine Verschiedenheit wahrnehmen können, und sollten eben so viele Nerven aus einem Ganglion entspringen, als sich darin endigen, so wäre kein physiologischer Grund dieser Anordnung einzusehen. Nun müssen wir zwar gern zugestehen, dass wir von vielen Erscheinungen den Grund nicht einsehen, und deshalb wäre Will's Ansicht nicht zu verwerfen, allein ich habe mich auch durch den Augenschein von dem eben angegebenen Zusammenhange dieser keulenförmigen Körper mit den Primitivcylindern überzeugt. Remak leitet den Ursprung seiner vegetativen Fasern von diesen Körpern ab, jedoch hängen sie, wie schon Valentin bemerkt hat, nur mit der Scheide dieser Körper zusammen, und Remak's naturgetreue Abbildungen[5]) scheinen mir selbst dafür zu sprechen. Tab. I. Fig. 11. A. bei R. ist eine solche Ganglienkugel mit ihrer Scheide u. s. w., Fig. 11. C. aber eine reine Ganglienkugel mit ihrem an der Vereinigung mit dem Primitivcylinder abgerissenen Fortsatze. Der Inhalt eines solchen keulenförmigen Körpers ist, wie schon beiläufig bemerkt, eine helle, im

---

1) *Remak, Observationes anat. Tab. I. Fig.* 11. *C.* — **2**) Henle, Allg. Anat. Tab. IV. Fig. 7. C. — **3**) Valentin, Handwörterb. Fig. 48. — **4**) Will, in Müller's Archiv. 1844. p. 76. 79. — **5**) *Remak, De system. nervos. struct.*

frischen Zustande leicht fliessende Flüssigkeit (denn ich sah sie in äusserst zarten Tröpfchen ausfliessen), die aber bald nach dem Tode gerinnt und eine grumöse weiche Masse darstellt, welche dann den Ganglienkugeln die von Henle[1]) bemerkte wachsartige Weichheit giebt. Auch Valentin[2]) beschreibt den Inhalt als körnig; er sah ihn daher wahrscheinlich auch erst nach der Gerinnung. Ueberhaupt aber scheint der Inhalt dieser Körper später zu gerinnen als der Inhalt der Nervenprimitivröhren und bei niedern Thieren, Mollusken, Ringelthieren, später als bei höhern Wirbelthieren. An den Präparaten, an denen ich diese Flüssigkeit am deutlichsten sah, floss sie auf unterliegende Primitivfäden, würde sich also um desto leichter als eine nicht gerinnbare Flüssigkeit zwischen denselben der Beobachtung entzogen haben; sie that dieses aber nicht, sondern gerann zu einem kleinen grumösen Häufchen (Tab. III. Fig. 10. b.). Diese Aehnlichkeit mit dem Inhalte der Nervencylinder ist natürlich von physiologischer Wichtigkeit. Innerhalb dieser Flüssigkeit findet man stets eine völlig runde, mit einem Kerne versehene, central liegende, zellenähnliche Kugel (Fig. 7.), so dass man leicht geneigt wird, das ganze keulenförmige Körperchen für eine eingekapselte Zelle zu halten. Dem widerspricht aber der von Henle schon hervorgehobene Umstand, dass das Körperchen von Essigsäure rasch und ganz und gar aufgelöst wird. Dieses innere Kügelchen ist selbst wieder durchscheinend, hat meist einen Durchmesser von 0,006 bis 0,008''' (Henle) und schliesst eine andere, ebenfalls bei allem Wälzen stets central bleibende dunkle Kugel von 0,001 bis 0,0015''' (Zellenkern?) ein. Diese so beschriebenen keulenförmigen Ganglienkugeln, welche also auf das Genaueste mit den Primitivcylindern des Nervensystems zusammenhängen, sind innerhalb der Ganglien bei den Vertebraten noch von einer Scheide umgeben, welche sich wieder scheidenartig über die Primitivcylinder fortsetzt und die vegetativen Fasern Remak's darstellt. Da nun bei den Avertebraten die Ganglienkugeln dieser Scheiden fast ganz entbeh-

1) Henle, Allg. Anat. p. 653. — 2) Valentin, in Müller's Archiv. 1839. p. 141.

ren, so ist auch einzusehen, warum bei diesen Thieren die vegetativen Fasern selten sind.

2) Mit mehreren Fortsätzen versehene Nervenkörper (Tab. III. Fig. 8.) wurden bis jetzt als eine mehr zufällige Varietät der vorigen angesehen, doch Witt trennt sie schärfer von denselben. Mir scheinen sie mit Stilling's grossen und kleinen Spiralkörpern übereinzukommen, und in der äussern Form haben sie einige Aehnlichkeit mit ramificirten Pigmentzellen. In den Ganglien kommen sie in weit geringerer Zahl als die vorigen vor und sind mehr nach aussen gelagert, reichlicher dagegen in der grauen Masse des Rückenmarkes. Ihren Zusammenhang mit den Nervenprimitivcylindern kennt man noch nicht genau. Die Hülle dieser Nervenkörperchen ist deutlich granulirt und geht in mehrere sehr feine Verlängerungen über, die eben so oft wie die Hülle selbst Kerne zeigen. Diese Verlängerungen gehen ebenfalls in die vegetativen Fäden Remak's über, scheinen aber auch hier und da mit ähnlichen Fortsätzen benachbarter Körperchen zusammenzufliessen. Der Inhalt ist nicht genauer bekannt. Der in der Mitte liegende Kern ist meist rund, liegt excentrisch und hat 1 bis 2 Kernkörperchen; doch wird auch das Ganze von Essigsäure aufgelöst.

3) Die feinkörnige Grundlage der grauen Rindensubstanz des Gehirns (Tab. III. Fig. 9. a.) zeigt unter dem Mikroskope eine grosse Menge sehr kleiner Kügelchen, die durch ein klebendes Plasma zusammengehalten werden. Sie liegen ohne bestimmte Ordnung, daher die graue Masse nach allen Seiten hin gleich gut bricht. Eine ähnliche Masse findet man in den Ganglien zwischen den eigentlichen Ganglienkugeln eingestreut.

4) Grössere runde Bläschen, welche in der eben beschriebenen feinkörnigen Masse abgebildet sind (Tab. III. Fig. 9. b.). Betrachtet man nämlich eine dünne Schicht grauer Rindensubstanz des Gehirns, so erscheinen bei ganz gelindem Drucke grössere helle Stellen. Trifft man gerade eine solche Stelle am Rande des zu untersuchenden Stückchens, so erscheint sie deutlich begrenzt, und gelingt es, sie noch weiter zu isoliren, wozu verdünnte Essigsäure recht brauchbar ist, so erkennt man jene

hellen Stellen als runde Bläschen von 0,003 bis 0,005''' Durchmesser, die bisweilen auch keulenförmig und plattgedrückt erscheinen, im Innern einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen, meist excentrisch, tragen. Gegen die Oberfläche der grauen Substanz hin liegen sie mehr unregelmässig zerstreut, bald dichter, bald weitläufiger. Henle[1]) theilt eine höchst interessante physiologisch wichtige Beobachtung mit; nämlich in der äussern Lage der Rindensubstanz sollen die Bläschen vereinzelt in der granulirten Grundmasse liegen, weiter gegen die Marksubstanz hin beginnt aber eine Trennung, so dass je eins oder zwei der Bläschen sich einen Theil des umgebenden Grundgewebes zur umhüllenden Schale aneignen. Zuerst sieht man die Bläschen mit kleinen Kernchen bedeckt, so dass erst nach Behandlung mit schwacher Essigsäure die Grenze der Bläschen und eingeschlossenen Körperchen deutlich wird; darauf tiefer in der grauen Masse Zellen aus körniger Substanz, Kerne einschliessend, von ziemlich constanter Grösse aber unregelmässiger Form; endlich wohlgebildete Ganglienkörper, ziemlich eben so gross wie die Ganglienkörper der Spinalganglien und denselben im mikroskopischen und chemischen Charakter ganz ähnlich, nur dass die Zellenscheide entweder nicht vorhanden oder viel feiner ist. Auch Valentin[2]) hat im Gehirn deutliche sternförmige Nervenkörper gesehen und schlägt kaustisches oder kohlensaures Ammoniak vor, um diese Körper deutlicher zu machen. Sehr Schade ist es, dass Henle nicht genauer angiebt, in welche Form der Nervenkörper diese Kugeln übergehen; jedoch da er dieselben mit den Nervenkörpern der Spinalganglien vergleicht und die Beobachter bis jetzt ebenso wenig wie bei diesen einen Zusammenhang derselben mit den Primitivcylindern wahrgenommen haben, so gehen sie wahrscheinlich sowohl in die mit einem als mit mehreren Fortsätzen versehenen Nervenkörper über. Ob nicht aber viele dieser Körper auf der Form der Bläschen stehen bleiben, ist eine Frage, die wohl mit Ja zu beantworten sein dürfte, wenn man bedenkt, wie viele derselben sich an verschiedenen Stellen des

---

1) Henle, Allg. Anat. 674. — 2) Valentin, in Wagner's Handwörterb. d. Phys. 697.

Gehirns finden. (Vergl. Tab. III. Fig. 12.) Wir haben sonach vier wesentliche Formen der Nervenkörper: 1) die keulenförmigen Körper, welche bis jetzt deutlich und in grosser Menge in den Ganglien, dagegen im Gehirn weniger bestimmt gesehen oder vielleicht nur nicht scharf genug unterschieden worden sind, 2) die vielästigen Nervenkörper, die sich in den Ganglien, dem Rückenmarke und im Gehirn finden, 3) die feinkörnige Masse der Rindensubstanz des Gehirns, die sich auch in den Ganglien zwischen den andern Nervenkörpern wieder findet, 4) die kleinen runden Kugeln im Gehirn, welche wahrscheinlich frühere Stadien der Körper 1 und 2 sind.

Die faserigen Elemente des Nervensystems sind:

1) die Primitivcylinder und

2) die vegetativen Fasern Remak's.

Die Primitivcylinder sind das Wesentliche der Nerven und der weissen Substanz des Rückenmarks und Gehirns. Wenn diese Cylinder ganz frisch und ganz unverändert rasch unter das Mikroskop gebracht werden, so erscheinen sie als ganz klare wasserhelle Streifen, deren seitliche Conturen dunkel, scharf und einfach sind. Im Innern sind weder Streifen, noch Kerne, noch sonst eine Verschiedenheit des Inhalts wahrzunehmen. Alles ist ganz gleichmässig und am besten mit neben einander liegenden sanft gebogenen Glasstäben zu vergleichen (Tab. III. Fig. 11.). Liegen diese Cylinder in Masse über einander, so erhalten sie ein weisses Ansehen. In diesem natürlichen unveränderten Zustande kann man die Nervencylinder nur kurze Zeit beobachten. Unter dem Einflusse des Wassers, eines ganz gelinden Druckes oder des Eintrocknens an der Luft verändern sie sich sehr rasch. Man kann diese der Beobachtung so nachtheilige Veränderung einigermassen aufhalten durch Befeuchten des Präparates mit verdünntem und etwas erwärmtem Eiweisse. Noch besser ist es aber, die Nerven sogleich in ihrer natürlichen Lage und Verbindung zu betrachten, und Henle empfiehlt dazu die Nickhaut des Frosches, welche, aus dem lebenden Thiere entnommen, ohne Befeuchtung und ohne Druck auf dem Glasplättchen ausgebreitet wird. Die gewöhnliche Veränderung der peripherischen

Nervencylinder besteht darin (Tab. III. Fig. 13.), dass die Seitenconturen breiter und von zwei Linien begrenzt werden; die innere Linie schreitet bis auf einen gewissen Punkt nach einwärts fort. Diese Conturen laufen auch nicht mehr parallel, sondern machen die verschiedensten Einschnürungen und Krümmungen. Hier und da scheinen die beiden Conturen mit nach einwärts springenden Linien sich zu berühren, obgleich in der Mitte des Cylinders stets noch ein deutlicher Raum übrig bleibt, der von einer trüben, meist feinkörnigen Masse ausgefüllt wird. Selten erscheint sie stellenweise feingestreift. Die feinern Nervencylinder der Sinnesorgane so wie der Centralorgane verändern sich in anderer Art; sie bekommen nicht doppelte Conturen, sondern erhalten ein knotiges, variköses Ansehen, indem sich an einzelnen Stellen bisweilen in regelmässigen Abständen Auftreibungen bilden, die durch engere eingeschnürte Stellen von einander getrennt sind, und geben dadurch dem ganzen Cylinder ein perlenschnurähnliches Ansehen. Aus diesen verschiedenen Veränderungen der Primitivcylinder geht unstreitig hervor, dass man an denselben die Hülle und den Inhalt zu unterscheiden hat.

Die Hülle oder Begrenzungshaut der Nervenprimitivcylinder, obgleich von Bidder[1]) an den Nervenfasern des Gehirns, Rückenmarks und der Retina geleugnet, wird doch von den meisten Histiologen angenommen und ihr wirkliches Dasein lässt sich auch an den centralen Nervencylindern, aus der schon bemerkten Veränderung nach dem Tode, so wie aus dem Verhalten bei seitlichen Verletzungen eines Cylinders schliessen; denn wenn das Präparat noch frisch genug ist, so fliesst etwas von dem bald gerinnenden Nerveninhalte aus. Diese Hülle ist äusserst zart, lässt keine Structur wahrnehmen, ist vollkommen durchsichtig, elastisch, denn nach Verletzungen zieht sie sich zusammen und treibt den Inhalt aus. Schwann[2]) will Zellenkerne an den Hüllen gesehen haben; ich konnte dergleichen an gehörig isolirten Cylindern nie wahrnehmen und glaube mit Henle, dass Schwann aufliegende Kernfasern vor sich gehabt

1) Bidder, in J. Müller's Archiv. 1841. 252. — 2) Schwann, Mikroskop. Untersuchungen. Tab. IV. Fig. 9. c und d.

hat, und das, was Henle[1]) mit Rosenthal für feine Längs- und Querstreifen an der Begrenzungshaut hält, dürften wahrscheinlicher durch Einwirkung der angewendeten Essigsäure hervorgebrachte Fältchen der überaus zarten Hülle sein. Auch Fontana[2]) will früher schon *fils tortueux* gesehen haben, welche der Länge nach verlaufend die Hülle bilden sollen. Diese Begrenzungshaut ist an den centralen Nerven weicher, zarter, vielleicht auch etwas dünner als an den peripherischen Cylindern; man schliesst dieses aus der varikösen Beschaffenheit, welche diese Fasern nach dem Tode annehmen und welche anzudeuten scheint, dass sie der Formveränderung des Inhalts weniger Widerstand entgegenstellen, sich derselben leichter anpassen. Was nun die directe Beobachtung der Hülle anbetrifft, so wird sie ohne Veränderung des Cylinders selten möglich sein, doch unter folgenden Umständen zeigt sie sich deutlich. An den Stellen, wo ein Primitivcylinder mit der Pincette gedrückt worden ist, hat sich der Inhalt wegbegeben, und da derselbe bald gerinnt und trübe wird, so sieht man an den bemerkten Stellen zwei zarte, etwas nach einwärts gebogene Linien als Conturen der Begrenzungshaut fortgehen; durch Anwendung der verdünnten Essigsäure wird zwar ein Theil des Inhalts aufgelöst, ein anderer bleibt aber zurück und die Hülle wird dabei etwas runzlig; endlich kann man die fast entleerte Hülle an den peripherischen Stücken zerschnittener Nerven nach 6 bis 8 Wochen und später noch sehen; sie stellt dann eine äusserst zarte, durchsichtige, doch etwas trübe Membran dar, in der aber doch noch hier und dort Reste des geronnenen Inhalts liegen (Tab. III. Fig. 15.).

Der Inhalt der Nervenprimitivcylinder wird zwar schon an den angegebenen Veränderungen der Cylinder nach dem Tode erkannt, noch deutlicher aber kann man ihn beobachten, wenn die Nervencylinder seitlich verletzt oder quer abgeschnitten sind, denn in beiden Fällen quillt er langsam hervor und gerinnt zu einer feinkörnigen oder streifigen Masse. Innerhalb der Nervenfaser bemerkt man die Gerinnung an dem Breiterwerden der

1) Henle, Allg. Anat. 620. — 2) *Fontana*, *Sur le vénin de la vipère. Florence* 1781. *II*. 206.

seitlichen Conturen. Dieselben schreiten gegen die Mitte hin bis zu einem gewissen Punkte fort und bleiben dann stehen, so dass man in der Mitte des Cylinders noch einen hellern, von jenen Conturlinien begrenzten Streifen bemerkt, welcher aber nicht mit den Rändern parallel läuft, sondern seine eignen Biegungen und Windungen macht. Dieser Streifen ist sowohl in stärkern als schwächern Nervencylindern bemerkbar und richtet sich etwas nach der Stärke derselben, so dass er ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ beträgt; er selbst bleibt in seinem Verlaufe nicht gleich breit, sondern ändert seinen Durchmesser oft. Hiernach könnte man nach dem Tode an dem geronnenen Inhalte der Nervenprimitivcylinder eine Rinden- und eine Marksubstanz unterscheiden. Den innersten Markstreifen müssen wir noch etwas näher betrachten. Wird ein Nerv unter das Compressorium gebracht, so tritt nicht selten dieser innere Theil als ein solider Cylinder aus der Hülle hervor und macht natürlich die verschiedensten Biegungen. Alle die bemerkten Erscheinungen haben Veranlassung gegeben, dass Purkinje[1]) einen Axencylinder, eine Markscheide, d. i. die sogenannte Rindensubstanz, und eine äussere Hülle an jedem Primitivcylinder annahm. Den Axencylinder hat Remak[2]) als eine *fibra solida, plana, — textura mire forti* beschrieben und Primitivband genannt *). Dieser Axencylinder ist nicht allemal gleich beschaffen; bald tritt er breit bandartig, zart gestreift, bald mehr rund, bald endlich auch nur in einzelnen Stücken hervor, bisweilen ist er aber auch gar nicht vorhanden. Nach der Einwirkung verdünnter Essigsäure ist der Axencylinder bisweilen innerhalb der Faser recht deutlich zu bemerken, besonders dort, wo die Rindensubstanz sich durch Biegung oder durch äussern Druck wegbegeben und die Hülle sich eben bis auf den Axencylinder zusammengezogen hat. Suchen wir nun nach einer Er-

---

*) Henle sagt, dass der Axencylinder Purkinje's und das Primitivband Remak's nicht identisch sei; da jedoch Remak[3]) selbst sagt, dass sein Primitivband desselbe sei, was Purkinje Axencylinder genannt hat, so nehmen wir beide für identisch.

1) *Purkinje* in *Rosenthal*, *De formatione granulosa*. 16. 17. — 2) *Remak*, *Observationes*. 1. — 3) Remak, in Müller's Archiv. 1843. 199.

klärung dieser Erscheinungen, so ist die wahrscheinlichste folgende: Da an frischen Nerven nur ein klarer, durchsichtiger, völlig gleichmässiger Inhalt zu bemerken ist, so kann man nicht annehmen, dass ursprünglich schon eine Trennung in Rinden- und Marksubstanz vorhanden sei, sondern man muss die Trennung als eine Folge des Todes betrachten, nach welcher zwei früher innig gemischte und vereinigte Substanzen aus einander treten und die eine sich an die Hülle anlegt, die andere, mehr in der Mitte bleibend, den Axencylinder darstellt. Wenn Schwann die weisse Farbe der mit blossem Auge betrachteten Nervencylinder von einer weissen an der Innenfläche des Cylinders anliegenden Substanz herleitet, so dürfte dieses noch kein Beweiss für das ursprüngliche Vorhandensein der Rindenschicht sein, denn mit blossen Augen sieht man allemal viele Primitivfasern, die dann ebenso wie gestossenes Glas, schäumendes Wasser von vielen kleinen Flächen das Licht reflectiren und also nur weiss nicht durchsichtig erscheinen können. Man hat auch die Meinung ausgesprochen, dass der Axencylinder noch von einer besondern Hülle umgeben sein könne, so dass in jedem Nervenprimitivcylinder eine engere Röhre (Axencylinder) in einer grössern (Primitivcylinder) stecke, und selbst Ehrenberg ist nach mündlicher Mittheilung derselben Ansicht. Doch da Verfasser an ganz frischen Nerven nie etwas Aehnliches hat wahrnehmen können, da der centrale Theil später sich so ganz innig an den Rindentheil anlegt, dass durchaus keine andere Grenze, als eben die durch die verschiedene Gerinnung gegebene, wahrzunehmen ist, da der aus der Hülle herausgetretene Axencylinder ihm stets so unregelmässig brüchig erschien, dass er ihn unmöglich als noch von einer besondern Hülle umgeben betrachten konnte, und da man durch Reagentien, welche eine Coagulation begünstigen, wie verdünnter Weingeist, Weinsäure u. s. w., die Entstehung der Axengebilde befördern kann, so kann er ein ursprüngliches Vorhandensein des Axencylinders nicht glauben, sondern nur nach dem Tode eine Trennung des frühern Gleichartigen in zwei verschiedene Substanzen. Valentin[1])

1) Valentin, im Handwörterb. d. Phys. 689.

spricht sich ebenso deutlich gegen das ursprüngliche Vorhandensein des Axencylinders aus, giebt aber eine Verschiedenheit des peripherischen und centralen Theiles des Inhalts zu, welche er eben aus der Neigung zur Bildung des Axencylinders schliesst, und Henle[1]) findet ein Hauptargument darin, dass der von mehrern Cylindern ausgepresste Inhalt für sich ohne Zusammenhang mit einer Hülle oder Rindensubstanz ebenso in kolbige, rundliche oder cylinderische Massen gerinnt, welche alle eine äussere, durch eine doppelte Contur begrenzte grob- oder feinkörnige Substanz vom Ansehen der sogenannten Rindensubstanz und einen innern wasserhellen zähen Streifen mit dem Charakter des Axencylinders zeigen, also die Form der Nervenfaser wiederholen, nur oft, natürlich, weit stärker sind. Auch Langer und Czermak[2]) sprechen sich für einen ganz gleichmässigen Inhalt der Primitivröhren aus. Henle glaubte, dass die in den Primitivcylindern sich trennenden Substanzen Oel und Eiweiss seien; um sich davon zu überzeugen, wendete er Essigsäure und Aether an, um den einen und den andern dieser Stoffe aufzulösen, allein der Erfolg war nicht der erwartete, der Aether löste nicht den Axencylinder und die Essigsäure nicht die weisse Rindensubstanz auf. Auch James Stark[3]) hält den Inhalt der Primitivcylinder für Oel, die Hülle für Eiweissstoff. Hierbei dürfte nur noch zu bemerken sein, dass kalter Aether nicht alle Hirnfette auflöst, er also wahrscheinlich auch nicht den Axencylinder ganz und gar auflösen wird. Hannover will im Widerspruch mit andern Beobachtern den Axencylinder schon im frischen Zustande gesehen haben; was er jedoch als solchen beschreibt und abbildet, soll nach Henle entweder nur Schatten von der Convexität der Faser oder die collabirte Scheide anderer Autoren sein*).

---

1) Henle, Allg. Anat. 627. — 2) Langer und Czermak, Ueber den Bau der Nerven. Wien 1842. — 3) James Stark, in Froriep's Notizen. 1845. No. 706 seq.

*) Verfasser kann nicht selbst darüber urtheilen, da ihm das Original von Hannover noch nicht zu Gesicht gekommen, er vielmehr nur die Relation von Henle und Kölliker in „Ueber die Pacinischen Körper an den Nerven der Menschen und der Säugethiere." Zürich 1844. 22. kennt.

Nach allen dem Gesagten kann man für den lebenden Nervencylinder nur eine feine structurlose Hülle und einen gleichmässigen zähen Inhalt annehmen; letzterer trennt sich aber nach dem Tode, besonders unter dem Einflusse von Wasser, in den Axencylinder (Purkinje), oder das Primitivband (Remak) und in die Markscheide (Purkinje) oder die Rindensubstanz. In der beschriebenen Art finden wir nun die Cerebro-Spinalnervencylinder, wir mögen sie hernehmen wo wir wollen, gleichmässig ohne Theilung oder Anastomose verlaufend; sie wechseln die Scheiden, gehen aus einem Bündel in das andere über, gehen durch Ganglien hindurch, ohne irgendwo eine wesentliche Veränderung zu erleiden.

Die vegetativen Fasern Remak's. Betrachtet man einen Faden des sympathischen Nerven in der Nähe seiner grossen Unterleibsplexus oder die *nervi molles*, so bemerkt man schon auf den ersten Blick ein ganz anderes Ansehen als an den Cerebro-Spinalnerven. Man findet nämlich neben den gewöhnlichen Primitivfasern noch andere diese umhüllende weit feinere und mit vielen Kernen versehene Fasern, die sich besonders von den Nervenknoten auf die eigentlichen Nervenfasern fortsetzen. Nach Remak[1]) gehen diese Fäden von den Ganglienkugeln aus, sind solid, durchscheinend, fast gallertartig, oft viel dünner als die eigentlichen Nervencylinder, zeigen noch feinere lineare Streifungen und lassen sich auch in feinere mit kleinen Knoten versehene Fasern spalten. Als Vertheidiger der wirklich nervösen Natur dieser Fasern tritt Purkinje[2]) [gegen Valentin] auf, der uberhaupt die untermengten Bindegewebsfasern deutlicher unterschied und seinen vegetativen Fasern einen öligen Inhalt und zahlreiche Nuclei zuschreibt, auch sollen sie durch Essigsäure nicht blässer werden. Rosenthal[3]) beschreibt sie sehr unbestimmt als zwei- bis dreimal dünner als gewöhnliche Cerebro-Spinalnerven, mit granulirter Oberfläche, welche mit fadig aufgereihtem Epithelium bedeckt seien, beim Drucke nicht doppelte, sondern einfache Conturen zeigen und mit den Scheiden der Ganglienkugeln, nicht mit diesen selbst zusammenhängen

1) *Remak*, *Observationes*. 4. — 2) Purkinje, in Pappenheim, Die specielle Geweblehre. 54. — 3) *Rosenthal*, *De formatione granulosa*. 18 *seq*.

Krause[1]) tritt, ohne sich bestimmt auszusprechen, Remak bei. Gerber[2]) nennt die organischen Fasern Zellfäden und sieht sie als untergeordnete Leitungsmittel der Nervenkraft an. Valentin[3]) bemühte sich schon früher zu erweisen, dass diese vegetativen Fasern nur fadig aufgereihtes Epithelium seien, welche vorzüglich von den Scheiden der Ganglienkörper ausgehend auch scheidenartig die eigentlichen Primitivfasern umgeben und verstecken.

Ganz frisch, wo möglich noch warm untersucht, haben diese Fasern ein gallertartiges, weiches, glänzendes Ansehen; die einzelnen Fibrillen sind noch weniger zu unterscheiden. Kommt jedoch Wasser hinzu, so werden die Fasern deutlicher sichtbar und das Ganze bekommt gewöhnlich ein feingranulirtes Ansehen, eine Menge Kerne hängen theils mit den Fasern zusammen, theils scheinen sie zerstreut in der Masse zu liegen. Vergleicht man alle die gegebenen Beschreibungen der vegetativen Fasern, so passt manche derselben auch auf die Bindegewebsfasern, besonders aber auf die Kernfasern, und allerdings ist die Aehnlichkeit mit ihnen gross; doch sind als Eigenthümlichkeiten der hier zu betrachtenden Fasern besonders zwei Punkte hervorzuheben, 1) das gallertartige weiche Ansehen derselben im ganz frischen Zustande, welches von einem in den Fasern enthaltenen Plasma herzurühren scheint, nach den neuesten Bemerkungen Remak's[4]) aber bald nach dem Tode schwindet, daher die Fasern bald sehr dünn werden; 2) dass diese Fasern, welche so sehr von den Cerebro-Spinalfasern abweichen, einzelne Nervenkörper, besonders Ganglienkugeln zwischen sich aufnehmen, wobei immer noch genauer zu untersuchen ist, ob diese Nervenkörper mit diesen Remak'schen Fasern oder nicht vielmehr mit den Nervencylindern zusammenhängen. Auch der Verlauf dieser Fasern ist eigenthümlich; sie entspringen nämlich, soweit jetzt unsere Kenntniss derselben reicht, von den Scheiden der Nervenkörper oder Ganglienkugeln, begleiten nun die eigentlichen Nerven eine

1) Krause, Handbuch der menschl. Anat. I. 52. — 2) Gerber, Allg. Anat. 158. — 3) Valentin, Repert. III. 73 seq. Sömmering, Hirn- u. Nervenlehre. 622. und R. Wagner, Hdwörterb. d. Phys. I. 694. — 4) Remak, in J. Müller's Archiv. 1844. 464.

Strecke und verlieren sich dann allmählig, so dass sie nicht mit bis in die peripherische Ausbreitung gelangen, sie hängen also weder mit der Peripherie, noch mit dem Centrum des Nervensystems zusammen. Auch gegen diesen Ausspruch Henle's protestirt Remak und giebt Abbildungen von den kleinen Ganglien der Herznerven. Allein so lange nicht nachgewiesen ist, dass diese Remak'schen Fasern einzeln für sich mit den Elementartheilen der Organe in Berührung kommen, so wie die Nervencylinder, kann man sie immer noch für blosse Scheiden ansehen.

Müssen wir sonach eine eigenthümliche Bildung in den beschriebenen Fasern anerkennen, so können wir doch nicht glauben, dass der vegetative Process des Körpers von denselben ausgehe oder von ihnen beherrscht werde, denn 1) Bildung, Ernährung und Absonderung waltet nicht weniger in den von reinen Cerebro-Spinalnerven versehenen Theilen, als in den Organen, welche von dem Sympathicus versorgt werden, ob. 2) Gerade da, wo der Stoffwechsel vor sich geht, an der peripherischen Ausbreitung der Nerven, zwischen den Geweben der Theile, scheinen diese Fasern zu fehlen, und da sie auch nicht mit dem Innern der Centralorgane zusammenhängen, so können sie wohl kaum überhaupt eine wichtige Rolle spielen. J. Müller[1]), Volkmann und Bidder[2]) sahen zwar vegetative Fasern von den Nerven in das Rückenmark des Frosches eintreten und central verlaufen, allein das beweist noch nicht den Einfluss derselben auf die vegetativen Processe, und 3) haben die Untersuchungen Valentin's gelehrt, dass die in den Geflechten des Sympathicus enthaltenen primitiven Nervencylinder alle aus den vordern und hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven hervorgehen. 4) Ein nicht weniger wichtiges Moment ist die allgemeine Erfahrung, dass Lähmungszustände oder Verletzungen des Rückenmarks in dem Grade, als sie sich weiter nach aufwärts erstrecken, einen

---

1) J. Müller, Physiologie. I. 780 seq. — 2) Volkmann, in J. Müller's Archiv. 1838. 288. und F. H. Bidder und A. W. Volkmann, Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842. 4. an mehreren Orten.

grössern Kreis der Unterleibsorgane in den Bereich der Krankheit ziehen, zum deutlichen Zeichen, dass die Nerven dieser Organe von dem Rückenmarke ausgehen. 5) Bei vielen niedern Thieren fehlen die vegetativen Nerven ganz und sie sind dessen ungeachtet mit einer ausgezeichneten Reproductionskraft begabt. So unterscheiden sich die Fasern des sympathischen Geflechts schon beim Frosche nur sehr wenig von den Cerebro-Spinalnerven, und bei den Wirbellosen werden wahrscheinlich gar keine Remak'schen Fasern gefunden. (Vergl. weiter unten den physiol. Theil dieses Paragraphen.)

Können wir sonach die vegetativen Processe des Körpers keineswegs als von den Remak'schen Fasern abhängig erklären, so können wir doch nur sehr schwankend der Meinung derjenigen Physiologen beitreten, welche diesen Fasern die Natur der Nerven ganz absprechen, wie es namentlich und am consequentesten Valentin[1]) gethan, dem neuerdings Henle[2]) mit einigem Zaudern, Langer und Czermak[3]) aber bestimmt folgen. Die Gründe dieser Meinung finden sich in dem Laufe der eigentlichen Primitivfaser aus den vordern und hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven durch die Ganglien des sogenannten Grenzstranges zu den Eingeweiden, in dem eben bemerkten Laufe der vegetativen Fasern, die also weder mit dem Centrum noch mit der Peripherie zusammenhängen, in dem erwähnten Einflusse des Rückenmarks auf die Bewegung der Unterleibsorgane und in dem mikroskopischen Baue der vegetativen Fasern. Nur ist hier, wie oben schon bemerkt, noch zu bedenken, dass diese Fasern hier und da mit Ganglienkugeln versehen sind, wenn diese nicht den eigentlichen Primitivcylindern angehören. Wir sehen, es ist hier noch Vieles zu erforschen, zu berichtigen und zu erweitern. Daher sucht auch die Ansicht, dass die vegetativen Fasern wirkliche Nervenfasern seien, die aber auf ihrer embryonalen Entwickelungsform stehen geblieben, noch ihre feste Begründung. Dieselbe wurde zuerst von Schwann[4]) ausge-

---

1) *Valentin, De functionib. nervor.* — 2) Henle, Allg. Anat. 636. — 3) Langer u. Czermak, Ueber den Bau der Nerven. — 4) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. 180.

sprochen, dann von Carus[1]), so wie von Purkinje und Rosenthal[2]) angenommen. Diese Meinung hat ihren Grund in der mikroskopischen Aehnlichkeit der Remak'schen Fasern mit embryonalen Nervenfasern. Diese Aehnlichkeit ist auch nicht zu leugnen, allein es ist dann immer noch zu bedenken, dass nur an einigen Punkten des Nervensystems solche embryonale Fasern übrig bleiben und dass die embryonalen Cerebro-Spinalnervenfasern doch nicht das gallertartig glänzende Ansehen der frisch untersuchten sympathischen Fasern haben.

Wir müssen also gestehen, dass über die Natur und Function der dem Sympathicus eigenthümlichen Fasern noch keine Ansicht oder Hypothese vorgebracht worden ist, welche nicht von der einen oder der andern Seite noch angegriffen werden könnte.

Haben wir so die faserigen und röhrigen Elemente des Nervensystems ihrem Baue nach kennen gelernt, haben wir gesehen, dass die Primitivcylinder ununterbrochen, unverändert und ohne Anastomose oder Theilung von dem Centrum bis zur Peripherie fortgehen, so müssen wir nun untersuchen, wie sich diese Cylinder in dem Centrum und an der Peripherie verhalten. Wir wollen zuerst sehen, was die Untersuchung der centralen Enden gelehrt hat. Verfolgt man einen Nerven gegen und in das Gehirn oder Rückenmark hin, so bemerkt man, dass die Primitivfasern desselben nach Ablegen des Neurilems sich unmittelbar in die Primitivröhren dieser Centralorgane fortsetzen, aber nach Valentin's Beobachtung doch noch in Bündeln von einer zarten kernhaltigen Hülle umgeben zu sein scheinen. Dabei wird die eigentliche Hülle jedes Primitivcylinders zarter, so dass sie unter verschiedenen Einflüssen leicht ein variköses Ansehen annimmt. Die ganze weisse Masse des Gehirns und Rückenmarks besteht aus der Anhäufung einer unendlichen Menge in regelmässigen Windungen u. s. w. verlaufender Fasern. Die descriptive Anatomie unterscheidet nun nach der Richtung ihres Laufes zwei Hauptarten von Fasern im Gehin, 1) die ausstrahlenden, d. s. diejenigen, welche von dem verlängerten Marke aufsteigend gegen

---

1) Carus, System der Physiologie. III. 54. — 2) *Rosenthal, De formatione granulosa.*

die Peripherie der gesammten Hirnmasse vordringen, und 2) die der Hauptrichtung nach querlaufenden Fasern des Commissurensystems, welche von der Peripherie der einen Hälfte des Gehirns zur Peripherie der andern Hälfte übergehen. Da nun die ausstrahlenden Fasern gegen die Peripherie hingehen, die querlaufenden von der Peripherie kommen, kein Anatom aber bis jetzt freie Enden der Fasern im Gehirn entdeckt hat, so lag die Vermuthung nahe, dass beide Arten der Fasern an der Peripherie zusammenhingen. Valentin[1]) hat auch diesem Punkte seine Aufmerksamkeit geschenkt und gefunden, dass die Primitivfasern, indem sie gegen die Oberfläche des Gehirns gehen, bei Menschen, Säugethieren und Vögeln erst mannigfaltige Plexus und dann Schlingen bilden. Aus dem kleinen Gehirne der Taube giebt er auch eine Abbildung[2]), welche sich bei R. Wagner[3]) copirt findet. Dieser Darstellung nach sind die beiden Schenkel der Schlingen, so wie die eigentliche Umbiegung ganz deutlich, doch kann man keine bestimmte Regelmässigkeit in der Lagerung der Schlingen zu einander wahrnehmen. Carus konnte nach eigner Anschauung diese Angabe bestätigen, und R. Wagner, obgleich er sich nicht vollkommen von dem Dasein dieser Schlingen überzeugen konnte, glaubt in dem Sehhügel der Taube noch am ersten die von Valentin abgebildete Form erkannt zu haben. Auch J. Müller[4]) hat hier und da, Klenke[5]) sehr häufig die centralen Endschlingen gesehen. Nach eignen Untersuchungen fand ich zuerst in dem kleinen Gehirne ausgewachsener Tauben gegen die Peripherie plexusartige Verflechtungen, aus denen ziemlich regelmässig Fasern gegen die graue Masse hervortraten und sich umbogen, doch fehlte mir immer der zweite Schenkel der Schlinge; entweder war das Ende abgerissen, oder die vorliegende Faser verlor sich unter andern Fasern. Später habe ich aber nicht allein bei der Taube, sondern auch bei einigen Haussäugethieren und bei Menschen die centralen Umbiegungen oft

---

1) Valentin, Verlauf und Enden der Nerven. 92. u. R. Wagner, Handwörterbuch der Phys. 696. — 2) Valentin, Verlauf und Enden der Nerven. Fig. 59. — 3) *R. Wagner, Icones physiol. Tab. XXI. Fig. 6. B.* — 4) J. Müller, in J. Müller's Archiv. 1837. XVI. — 5) Klenke, Untersuchungen und Erfahrungen. I. Leipz. 1843. 51.

und deutlich gesehen. Sie verhalten sich nicht überall gleich. Dort, wo an der Oberfläche des grossen und kleinen Gehirns die weisse Masse an die graue stösst, sieht man, wenn das Präparat recht gut gelingt, die Nervencylinder nicht einzeln, sondern in ganzen Strömen umbiegen; einige derselben scheinen aber tiefer in oder vielleicht, wie Remak will, durch die graue Masse hindurchzudringen. An den Stellen dagegen, wo Nerven aus dem Centralorgane ausgehen, liegen die Cylinder weniger in ganzen Massen beisammen, sondern mehr zerstreut, daher findet man auch, dass jeder Cylinder einzeln seine Schlinge macht, ungefähr so, wie es von Valentin dargestellt worden ist. Dieses Verhältniss habe ich im ganzen verlängerten Marke und in dem Riechkolben gesehen; im letztern ist es am allerleichtesten aufzufinden. In allen diesen Fällen dringt zwar der Nervencylinder in die graue Masse ein, allein einen unmittelbaren Uebergang oder Zusammenhang mit den Nervenkörpern, wie in den Ganglien, habe ich nie wahrnehmen können*). Burdach[1]) und Henle[2]), welche diese Schlingen nicht fanden, wollen aber doch aus ihren negativen Resultaten kein Argument gegen das Dasein derselben machen. Remak[3]) nimmt grössere Bogen an und will auf der Oberfläche des Gehirns wellenförmig verlaufende Fasern gesehen haben („*distincte cognovi tabulas primitivas — — in decursu suo pluries se flectentes et reflectentes una simulque ad cerebri superficiem magis magisque se appropinquare*"). So lückenhaft also unsere Kenntniss von dem Verhalten der Primitivcylinder im Gehirne im Allgemeinen und von den Umbiegungen oder En-

*) Da ich diese Beobachtungen erst seit Kurzem recht deutlich und wiederholt mache, als es gerade noch Zeit ist, dieselben hier im Manuscripte nachzutragen, die Kupferplatten aber schon vollendet sind, so wird eine Abbildung davon dem zweiten Bande dieses Werkes beigegeben werden. Die Deutlichkeit der Beobachtung verdanke ich zum Theil den Bemühungen des Prosectors an hiesiger Anstalt, des Herrn Dr. Herberg, welcher nicht allein zu diesem Behufe viele Gehirne mit Chromsäure injicirte, sondern selbst auch das Gehirn in dieser Beziehung eifrigst und mit Glück durchsuchte.

1) Burdach, Beiträge zur mikroskop. Anat. der Nerven. 1837. 24. — 2) Henle, Allg. Anat. 673. — 3) *Remak*, *Observationes*. 21.

digungen derselben insbesondere sind, so wird doch die Beobachtung der centralen Umbiegungen noch unterstützt 1) dadurch, dass ich in den Hirnganglien des Blutegels, des Regenwurms, der in hiesiger Gegend gewöhnlichen Schnecken und einiger Raupen die Umbiegungen deutlich wahrgenommen habe, wovon weiter unten mehr; 2) dadurch, dass bis jetzt noch keine Art der Endigung der Primitivcylinder im Gehirne gefunden worden ist, dieselben folglich auf irgend eine Art fortgehen müssen. Remak[1]) nimmt zwar an, dass die Primitivcylinder dünner werdend in die graue Substanz des Gehirns eintreten und auf deren äusserer Oberfläche verlaufen; jedoch hat bis jetzt weder er noch ein anderer Beobachter einen Zusammenhang der Cylinder mit den Nervenkörpern der grauen Substanz nachgewiesen.

Nachdem wir so die Endumbiegungen der Primitivcylinder im Gehirne erkannt haben, wenden wir uns an die Peripherie, um das Verhalten der Nervencylinder daselbst in Augenschein zu nehmen, und hier stehen uns zahlreiche Thatsachen zur Seite. Nachdem man früher glaubte, die Nerven verlören sich in den Geweben der Organe (Ehrenberg) oder endigten in feinen Wärzchen (Treviranus), machte Valentin[2]) zuerst die schöne Beobachtung, dass an der Peripherie die Nervenbündel aus einander treten, eigne Geflechte bilden, aus denen zuletzt die einzelnen Nervencylinder schlingenartig hervortreten. Die Geflechte sind für jedes Organ eigenthümlich und der schlingenbildende Cylinder tritt gewöhnlich rücklaufend in ein anderes Bündel, nicht in dasselbe, aus dem er kam, wieder ein. Diese Thatsache wurde bald vielfach bestätigt und wir wollen nun die wichtigsten hierher gehörigen Beobachtungen kennen lernen.

I. Empfindungsnerven. Die Haut des Frosches wurde zuerst untersucht und von Valentin und Burdach[3]) die Nervenschlingen in derselben beschrieben und abgebildet, doch sind die von Burdach dargestellten Netze viel weitmaschiger als die von Valentin gezeichneten. Gerber[4]) stellte die Schlingen,

---

1) *Remak, Observat.* 22. *Annotat.* 40. — 2) Valentin, Verlauf und Enden der Nerven; auch im 18. Bande der Verhandlungen der Leopold. Akad. — 3) Burdach, Beiträge zur mikroskop. Anat. der Nerven. 45. — 4) Gerber, Hdbch. d. allg. Anat. 157. Tab. V.

in der Cutis der Menschen und einiger Säugethiere dar. Nach ihm bilden die Primitivcylinder, nachdem sie aus den letzten Geflechten herausgetreten sind, in den Tastwärzchen wirkliche Tastknäuel, d. s. spindelförmige oder rosettenförmige Verwickelungen. Ferner ist von Gerber die Ausbreitung der Nerven in der Lippe des Schweines, des Pferdes und in der Haut des Schweines dargestellt. (Um die Untersuchung zu erleichtern, kocht der Verfasser erst die Haut, trocknet sie und taucht sie dann in Terpentinöl.)

Ueber die Ausbreitung der Nerven in der Schleimhaut sind die Beobachtungen etwas weniger zahlreich. Henle beschreibt die Schlingen in der Nickhaut des Frosches, Valentin sah sie in der Nasenschleimhaut des Hundes, in der Conjunctiva des Salamanders und in den Zahnsäckchen; Burdach[1]) bildet sie von dem Gaumen des Frosches ab.

Sinnesnerven. Die Tastnerven sind, wie schon bemerkt, besonders von Gerber beschrieben und abgebildet. Die Endschlingen des *Nervus glossopharyngeus* in der Zunge des Frosches sind von Burdach[2]) untersucht und dargestellt. Ueber die letzten Ausbreitungen des Geruchsnerven fehlt es uns noch an einer guten Darstellung, denn die ältern Beobachtungen von Treviranus[3]), nach denen dieser Nerv sich in kleinen Wärzchen endigt, haben jetzt ihren Werth verloren. Zahlreicher, wenn auch noch nicht ganz vollständig, sind die Untersuchungen über die Ausbreitung des Hörnerven besonders auf der Schnecke und den Ampullen. Mit Uebergehen der ältern Arbeiten, z. B. von Scarpa, E. H. Weber, welche die Endschlingen noch nicht darstellen, erwähnen wir zuerst die ausgezeichnete schriftliche und bildliche Darstellung von Breschet[4]). Die Abbildungen stellen besonders die Ausbreitung auf den Ampullen und der Spiralplatte der Schnecke dar. Hier wie dort bilden die eintretenden Aeste erst weitere dann engere Netze, indem sich die Primitivcylinder in immer feinere Bündel zusammenlegen, bis sie einzeln für sich die letzten Endschlingen darstellen. Aehnliche, sehr schöne und mit den vorigen übereinstimmende Abbildungen

1) Burdach, Beitrag. Tab. I. Fig. 19. — 2) Burdach, daselbst. Fig. 18. — 3) Treviranus, Beitr. II. 56. — 4) *Breschet, Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie. Paris* 1836. 4.

hat Arnold[1]) gegeben. Von verschiedenen Theilen des Hörnerven bei Thieren haben wir sehr schätzenswerthe Untersuchungen von Valentin über die Plexus und Endigungen auf der Flasche der Vögel und in den Ampullen. Pappenheim[2]) sah auf den Ampullen des Steinadlers Endumbiegungen neben eigenthümlichen feinen Endigungen, deren Natur er nicht entscheidet; ferner auf dem häutigen Säckchen des Ochsen, auf der *Lamina spiralis* eines Embryo die Plexus. Doch entsprechen die Abbildungen der Zartheit des Gegenstandes wenig. Carus[3]) sah die Endumbiegungen auf dem *Saccus vestibuli* der Fische. R. Wagner[4]) giebt eine sehr schöne Abbildung der Schlingen, welche der Hörnerv auf den Säckchen des Hechtes und den Ampullen des Rochens macht, und auf unserer Tab. III. Fig. 14. finden wir die Ausbreitung des Hörnerven auf dem oblongen Säckchen des Vorhofes. Die ganze Ausbreitung stellt eine im Centrum weit durchbohrte Scheibe dar. Der mittlere durchbohrte Theil ist die Stelle a, wo der Nerv eintritt und welche dem Colliculus der Retina entspricht; von hier aus laufen die Primitivcylinder unter einander dicht verflochten gegen den peripherischen Rand der Ausbreitung; haben sie ungefähr zwei Drittel dieses Weges zurückgelegt (b), so biegen sie sich um und laufen nun auf dem äussern Drittheile der ganzen Breite des Randes mehr parallel fort; einige Fäden gelangen so bis zu dem äussersten Rande, andere kehren schon auf halbem Wege wieder um (c), alle aber bilden Schlingen. Die Fäden liegen nicht in Bündel geordnet, sondern gleichmässig ausgebreitet. So viel Mühe ich mir auch gegeben habe, die ganze scheibenförmige Ausbreitung einmal zur Ansicht zu bekommen, so ist es mir doch nie völlig gelungen, denn bald kam das Präparat verletzt unter das Mikroskop, bald war es von Pigment, bald von fremdartigen Stoffen verdeckt. Merkwürdig erscheint mir dabei der Verlauf aller Fäden nach einer Seite, daher auf der entgegengesetzten Seite, auf der Abbildung oben (b), ein glatter Abschnitt entsteht. Wenn es die

---

1) *Arnoldi, Tabulae anat. fasc. II. tab. VII. Fig.* 12. 13. — 2) Pappenheim, Specielle Gewebelehre des Gehörorgans. — 3) Carus, in J. Müller's Archiv. 1839. p. 367. — 4) *R. Wagner, Icones physiologicae. Tab. XXI. Fig.* 7. und *Tab. XXIX. Fig.* 14.

übrigen Verhältnisse erlaubten, möchte ich hier ein Analogon des Choroidealspaltes sehen. Die Grundlage, auf welcher die Nerven sich ausbreiten, ist ein dichtes Netz zarter Bindegewebsfasern. Eine regelmässige besondere Bedeckung der Nerven mit einer Schicht Zellen oder dergleichen habe ich nie deutlich wahrnehmen können.

Der Sehnerv. So oft man auch von jeher glaubte, gerade an diesem Nerven die Endigung der Primitivcylinder recht deutlich wahrnehmen zu können, so oft täuschte man sich in seinen Hoffnungen, und bis in die neueste Zeit ist man weder über die Endigung der Netzhaut, noch über die Endigungsart der einzelnen Fäden einig. Die Fäden der Retina treten von dem Eintrittspunkte des Nerven nach allen Seiten gleichmässig hervor, liegen ganz dicht an einander, so dass die hintere Hälfte der Retina ohne Lücken zwischen den Fasern ist, in der Mitte des Verlaufes dagegen scheint es, als ob die Fasern nicht mehr zulangten, die ganze Fläche zu bedecken, und es bleiben langgestreckte Lücken zwischen denselben. Valentin[1]) hat von diesen Stellen früher wirkliche Plexus abgebildet; richtiger scheint mir dagegen seine neuere Darstellung, obgleich er in dem Texte von deutlichen Geflechten spricht; die vordere Endigung übergeht er und sagt nur, dass die Fasern immer zarter werden, je weiter sie nach vorn kommen. Remak[2]) beschreibt ebenfalls Geflechte und konnte die eigentliche Endigung der Fäden auch nicht finden. Hannover[3]) leugnet dagegen das Dasein der Plexus und glaubt, dass die Fasern mit freien Enden an einem in der Gegend der Ciliarfortsätze verlaufenden Gefässe endigen. Bidder[4]) stellt auch die Geflechte in Abrede, doch sah er zweimal den schlingenförmigen Uebergang zweier Fäden in einander. Uebrigens glaubt dieser Forscher nach Analogie Schlingen in dem vordern Ende der Retina annehmen zu müssen. Pappenheim[5]), auch Krause[6]), glaubte wirk-

---

1) Valentin, Repert. II. Tab. I. Fig. 8. u. in R. Wagner's Hdwörterb. d. Phys. I. p. 706. u. Tab. IV. Fig. 56. u. Sömmering, Vom Baue des menschl. Körpers. IV. p. 130. — 2) Remak, in Müller's Archiv. 1839. p. 169. — 3) Hannover, ibid. 1840. p. 339. — 4) Bidder, ibid. 1841. p. 252. — 5) Pappenheim, die specielle Gewebléhre des Auges. Breslau 1842. p. 132 u. 138. — 6) Krause, Handbuch der Anat. I. 537.

liche Endschlingen gesehen zu haben, welche Huscke[1]) auch annimmt. Eigne Untersuchungen lehrten mich, dass in dem vordern Theile der Retina bei Hunden, Caninchen und Menschen keine wirklichen Geflechte vorhanden sind, sondern die Fasern sich nur von einander entfernen und dann wieder zusammentreten. Schlingen habe ich auf dem Wege von hinten nach vorn nie gefunden und über die letzte Endigung der Fäden konnte ich ebenfalls nie ins Reine kommen, da sie sich unter einer trüben, undurchsichtigen Masse verlieren. Da man, wie es scheint, durch directe Beobachtung ausgebilbeter Augen zu keinem sichern Resultate kommt, so ist es ein wichtiges Hülfsmittel, die Entwickelungsgeschichte nicht zu vernachlässigen. Aber auch hier stehen sich noch verschiedene Meinungen gegenüber, denn nach der frühern Ansicht von Rathke[2]), Huschke[3]), v. Baer[4]), Carus[5]) und früher auch nach Valentin[6]) ist der ganze hintere Theil des Auges eine Ausstülpung der Hirnblase in der Art, dass der Glaskörper der Flüssigkeit der Hirnblase und die Retina der Wand der Hirnhöhle oder Hirnblase entspricht. Der vorderste Theil dieser Blase würde sich an das Linsensystem anlegen und dehisciren, folglich müssten die Fäden der Retina entweder mit freien Enden aufhören oder sich in die hier gelegenen Gebilde verlieren. Valentin[7]) trägt nun jetzt folgende, allerdings durch Thatsachen noch nicht hinlänglich gestützte, aber bei künftigen Arbeiten über diesen Gegenstand gewiss sehr zu berücksichtigende Ansicht vor: Nachdem die Augenblase auf die angegebene Art aus der Hirnblase gebildet worden, stülpt sich die äussere Haut nach rückwärts ein, um das Linsensystem, zu dem der Glaskörper gehört, darzustellen; dadurch würde nun der vordere Theil der ursprünglichen Augenblase nach rückwärts gedrängt und die vordere Hälfte in die hintere Hälfte eingestülpt.

---

1) Huschke in Sömmering, Vom Baue des menschlichen Körpers. V. 717. — 2) Rathke, Entwickelungsgeschichte der Natter. p. 40. — 3) Huschke, in Merkel's Archiv. 1832. p. 1. — 4) v. Baer, in Burdach's Physiologie. II. 351. Ueber Entwickelungsgeschichte. Beobachtungen und Reflexionen. p. 42. — 5) Carus, System der Physiologie. III. 218. — 6) Valentin, Entwickelungsgeschichte. p. 186. — 7) Valentin, in R. Wagner's Hdwörterb. d. Phys. I. 708.

In dem zwischen der äussern und der innern Schicht bleibenden Raume entstünden und vermehrten sich dann aus Zellen die Primitivfasern und die Nervenkörper der Netzhaut, die äussere Lamelle würde zur Jacobs'schen Membran, die innere zur Körnerschicht der Retina. Für diese Ansicht spricht die Dicke der embryonalen Retina und die schon von Wedemeyer bemerkte embryonale Höhlung der Netzhaut. Wäre dieses die richtige Erkenntniss in dem Entwickelungsgange der Netzhaut, so würden allerdings ihre Primitivcylinder nicht allein am vordern Ende, sondern auch in ihrem Verlaufe wahrscheinlich Endschlingen bilden.

Eine neue Schwierigkeit in die Einsicht in den Lauf der Nervencylinder der Retina bringt der gelbe Fleck, den Sömmering[1]) mit dem Namen Centralloch der Retina belegte. Gegen das Dasein eines wirklichen Loches erklärten sich unter Andern Cuvier[2]), Rudolphi[3]), Huschke[4]), Langenbeck[5]), Grube[6]) und Valentin[7]). Nach Michaelis[8]) besteht der Mittelpunkt des gelben Fleckes nur aus einer dünnen einfachen Lage von Körnern, und v. Ammon[9]), der in einigen Fällen deutlich ein Loch bemerkte, hält dieses für ein Kunstproduct und leugnet daher das Centralloch der Retina ganz. Fr. Arnold, der schon früher bemerkt hatte, dass bei jungen Subjecten das Loch selten wirklich fehle, schloss sich mit Andern der von Huschke[10]) ausgesprochenen Hypothese an, dass das Loch, wenn es auch noch vorhanden, ein Rest der Spalte des Augapfels sei. Die meisten Beobachter kommen aber doch darin überein,

---

1) *Sömmering*, *Diss. de foramine centrali retinae limbo luteo cincto* in *Commentat. Societat. Goettingensis.* 1795. *Tab. V. Fig.* 4. 6. Giebt den Durchmesser des Loches zu $\frac{1}{4}$ Linie an. — **2**) Cuvier, Vergl. Anat. II. 470. — **3**) Rudolphi, Physiologie. II. 176. — **4**) Huschke, in v. Ammon's Zeitschrift. III. 17. und in Sömmering, Vom Baue des menschlichen Körpers. V. 729. — **5**) *Langenbeck*, *De retina. Gottingae* 1836. 4. *p.* 12. — **6**) Grube, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 39. — **7**) Valentin, Rep. IV. 255. Tab. I. Fig. 10. — **8**) Michaelis, in J. Müller's Archiv. 1837. p. XIII. — **9**) *v. Ammon*, *De genesi et usu maculae luteae in retina oculi humani obviae.* 1830. *p.* 7. u. 8. — **10**) *Huschke*, *De pectine avium. Progr.* 1827. und bei Sömmering, Vom Baue des menschlichen Körpers. V. 728.

dass an der Stelle des centralen Loches oder in der Tiefe der centralen Falte keine Nervencylinder laufen, sondern dass sie um dasselbe herumgehen [Krause[1]), Pappenheim, Michaelis]. Nach Letzterm trifft ein Theil der um das Centralloch gehenden Bogen von beiden Seiten in diesem Loche selbst zusammen, die zunächst nach aussen liegenden convergiren in regelmässiger Folge von beiden Seiten gegen eine Linie, die sich von der *Macula lutea* entfernt. Zwischen *Macula* und *N. opticus* sind die Nervenfäden selten. Verfasser dieses sah an hinlänglich frischen Augen Erwachsener nie ein wahres Loch, sondern nur eine einfache Körnerschicht. Ueber das Verhalten der Nervencylinder an dieser Stelle konnte er bei seinen allerdings nicht zahlreichen Beobachtungen nicht ins Reine kommen.

Nach diesen schon zahlreichen Thatsachen darf man wohl annehmen, dass die Nervenfäden, welche das Gefühl vermitteln, gegen ihr peripherisches Ende hin, ehe sie sich völlig in die Primitivcylinder auflösen, durch Austausch derselben in verschiedene Bündel in den meisten Fällen ein Geflecht bilden, aus dem die Primitivcylinder einzeln und bogenförmig hervorgehen und nach längerem oder kürzerem Verlauf sich mit einem andern oder dem Mutterbündel wieder vereinigen, um gegen die Centralorgane zurückzulaufen.

II. Endigung der Nerven in den Bewegungsorganen. *A.* Unwillkührlich bewegliche Muskeln. Auch hier hat Valentin's[2]) Fleiss und Beobachtungsgabe die ersten Thatsachen geliefert; er sah die Schlingen in der Iris der Vögel und in dem Muskelfleische des Herzens. Die Schlingen in der Iris des Menschen sind auf unserer Tab. III. Fig. 6. c. dargestellt. Sie sind vorzugsweise auf der hintern Fläche nach Entfernung des schwarzen Pigments bei mässigem Drucke deutlich zu sehen. Die Nervenbündel gehen von dem Ciliarrande der Iris anfangs in ziemlich gestrecktem Verlaufe gegen die Pupille hin, geben im ersten Viertheil ihres Laufes wenig oder keine Fäden, dann aber erst dünnere Bündel ab, aus denen ein ziemlich

---

1) Krause, Handbuch der Anat. I. 537. — 2) Valentin, Verlauf und Enden der Nerven. 1836. p. 110. u. *De functionibus nerv.* 143. Not. 3.

dichtes Netz dort gebildet wird, wo die radialen Muskelfasern sich mit den circulären zu mischen anfangen.

B. In den willkührlich beweglichen Muskeln sind die Endschlingen vielfach schon beobachtet und auch bildlich dargestellt worden, zuerst auch von Valentin (a. a. O.) in den Augenmuskeln kleiner Vögel. Prévost und Dumas[1]) bemerkten besonders die quere Richtung, mit welcher die Primitivcylinder über die Muskelbündel weggehen, und sie meinten sogar, dass über jede knieförmige Biegung eines Muskelbündels auch ein Nervenfaden weglaufe, und bauten darauf eine Theorie des Einflusses der Nerven auf die Muskeln. Emmert[2]) bestätigte ebenfalls den queren Verlauf und die Endschlingen, und Carus[3]) sah sie ebenfalls an zarten Muskelblättchen. Schwann[4]), Burdach[5]) und Gerber[6]) machten ihre Untersuchungen besonders an den dünnen Bauchmuskeln des Frosches. Den Verlauf selbst haben wir schon oben bei dem Muskelgewebe beschrieben und derselbe ist jetzt wohl von jedem Physiologen gesehen worden.

Sonach dürfte man wohl das Dasein der peripherischen Endschlingen der Empfindungs- wie der Bewegungsnerven als durch Beobachtungen hinlänglich gesichert ansehen und die Zweifel, welche über einzelne Punkte, z. B. über die Netzhaut des Auges, noch herrschen, muss fortgesetzter Fleiss noch heben.

Ehe wir uns von den peripherischen Nervenschlingen trennen, müssen wir noch einigen andern Arten von Schlingen unsere Aufmerksamkeit schenken. Der Begriff der Peripherie ist natürlich hier ein sehr relativer; einige Nerven endigen nahe an der äussern Oberfläche, andere tiefer, und so scheint es denn auch Primitivfäden zu geben, deren Schlinge sehr kurz ist, die sich schon innerhalb des Nervenstammes selbst umbiegen, vielleicht den *vasis vasorum* zu vergleichen sind und den Nerven für die in ihren Bereich kommenden Eindrücke em-

1) *Prévost* u. *Dumas*, in *Magendie, Journ. de phys. III.* 320. — 2) Emmert, Endigungsweise der Nerven in den Muskeln. Bern 1836. 4. — 3) Carus, in J. Müller's Archiv. 1839. p. 367. — 4) Schwann, in J. Müller's Physiologie. II. 54. — 5) Burdach, Beiträge. 53. u. 67. Tab. II. Fig. 1. u. 2. — 6) Gerber, Handbuch der allg. Anat. p. 157. und Fig. 91.

pfindlich machen, da wir sonst dieselben als an dem peripherischen Ende desselben empfangen wahrnehmen würden. Nach Gerber[1]) müssen solche Schlingen nicht selten vorkommen, denn in einem ziemlich dünnen Faden bildet er deren drei ab und nennt sie *nervi nervorum.* Auf eine andere Art Nervenschlingen hat Volkmann[2]) aufmerksam gemacht, nämlich auf solche, welche dadurch gebildet werden, dass Nervencylinder nach kurzem Verlaufe aus ihrem Stamme austreten und ohne in einem Organe sich peripherisch auszubreiten, in einen andern Nervenstamm sich wieder einsenken und central verlaufen. Er führt drei solcher Vorkommnisse an: 1) die Verbindung des *Nervus trigeminus* mit dem *Patheticus* beim Menschen und beim Kalbe. Aus dieser Schlinge gehen beim Kalbe fünf Aestchen ab, von denen vier ihre Fasern vom *Patheticus*, ein Fädchen die seinigen vom *Trigeminus* erhalten. Da nun dieses letztere Aestchen viel dünner ist als der ganze von dem *Trigeminus* kommende Theil, so müssen die Cylinder dieses Theiles, weniger die des abgegangenen Aestchens, an dem *Patheticus* rückläufig werden, und da sie nach Volkmann keine Gelegenheit zum Austritt haben, so glaubt er, dass diese Fasern ohne eigentliche peripherische Ausbreitung wieder nach den Centralorganen zurückkehren; 2) zwischen dem zweiten oder dritten Halsnerven und dem Beinerven; 3) zwischen den obern Halsnerven und dem absteigenden Aste des *N. hypoglossus.* Jedermann sieht ein, dass Täuschung hier sehr leicht möglich ist, auch hat Valentin[3]) schon auf verschiedene Aestchen aufmerksam gemacht, durch welche jene Primitivcylinder sich dennoch peripherisch enden können. Wichtiger und die Möglichkeit der Volkmann'schen Ansicht darthuend ist die Nervenschlinge, welche sich an der Cerebralseite des *Chiasma nervorum opticorum* vorfindet und von Arnold[4]) gezeichnet ist. Nach dessen Darstellung gehen von dem bezeichneten Punkte Nervencylinder von dem *Nervus opticus* der einen Seite zu dem der andern Seite hinter dem Chiasma über, ohne eine periphe-

---

1) Gerber, Allg. Anat. 175. und Fig. 162. — 2) Volkmann, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 510. — 3) Valentin, Repertorium. VI. 98. Anmerkung. — 4) *Arnoldi, Tabulae anat. fasc. II. Tab. IV. Fig.* 11.

rische Ausbreitung zu machen. Wiederholte Forschungen müssen lehren, ob Arnold wirklich Primitivcylinder vor sich gehabt hat oder nicht. Endlich kommt noch eine dritte Art von Schlingen vor, deren Schenkel von der Peripherie zu kommen scheinen und gegen das Centrum hin geschlossen sind. Als Beispiel dient auch die schon bemerkte Darstellung des Chiasma von Arnold an der Facialseite; auch hier sind Fasern angegeben, welche von dem peripherischen Theile des einen Sehnerven kommen und vor dem Chiasma vorbei in den peripherischen Theil des andern Sehnerven übergehen. Eine ganz ähnliche Abbildung giebt Joh. Müller[1]). Andere hierher gehörige Beispiele führt auch Volkmann an; nach ihm sollen beim Maulwurfe die *nervi thoracici* als einfache Stämme aus den Spinalganglien heraustreten, zerfallen aber sogleich in einen vordern und einen hintern Ast. In dem offenen Winkel der Theilungsstelle fand er schleifenförmige Fasern in der Art angebracht, dass die Beugung in den Winkel zu liegen kam, während die fortlaufenden Enden einerseits in vordere, andererseits in hintere Aeste nach der Peripherie gerichtet fortgingen. Gedachte Fasern sollen so ausser Zusammenhang mit dem Centrum sein, und da sie doch irgendwo entsprungen sein müssen, so sollen sie aus den Ganglien des sympathischen Nerven kommen. So wenig wir die Sache in Abrede stellen wollen, so wenig scheint uns der Schluss Volkmann's hinlänglich sicher zu sein, denn die bemerkten Fasern können sich recht sehr gut von irgend einem benachbarten Spinalnerven an den vordern Ast angelegt haben, und dann an diesem fort bis an den Theilungswinkel, über diesen weg zu dem hintern Aste gegangen sein, um mit diesem ihren peripherischen Verlauf zu nehmen. Allerdings wird dieser Verlauf anatomisch weder bewiesen noch widerlegt werden können, da es kaum je möglich sein wird, unter dem Mikroskope die einzelnen Nervencylinder grössere Strecken weit zu verfolgen. Einiges Licht über die Bedeutung dieser Schlingen geben die Versuche von Kronenberg[2]). Derselbe hatte nämlich die Beobachtung gemacht,

1) Joh. Müller, Physiologie des Gesichtssinnes. Tab. II. Fig. 1. u. 4. — 2) Kronenberg, in J. Müller's Archiv. 1839. p. 361.

dass die Reizung des peripherischen Theiles der Bewegungswurzel der Rückenmarksnerven Schmerz errege; um nun Aufschluss über den Lauf der Fasern zu erhalten, machte er einen eine halbe Linie tiefen Schnitt in die Vereinigungsstelle der beiden unverletzten Wurzeln, und siehe da, die oben bemerkte Erscheinung schwand, weil die in die Bewegungswurzel eintretenden Empfindungsfäden zerschnitten waren. Ein ähnliches Verhältniss könnte in den von Volkmann bemerkten Schlingen stattfinden.

Haben wir so die verschiedenen Nervenkörper, die Primitivcylinder in ihrem Baue und ihrer centralen und peripherischen Endigung zu erkennen gesucht, so werden wir nun, soweit es möglich ist, uns eine Uebersicht über den Verlauf der Primitivcylinder zu verschaffen suchen.

Gehen wir von der Peripherie aus. Nachdem der Cylinder seine peripherische Schlinge gebildet hat, legt er sich an andere Cylinder an, bildet mit ihnen einen Nervenzweig, geht mit diesem in Aeste und endlich in einen Stamm über; dieser Stamm sei nun ein Spinalnerv; die Primitivfasern dringen nun nach den meisten Beobachtern[1]) schief aufsteigend in den ihnen entsprechenden Strang des Rückenmarks ein (die Empfindungsnerven machen nach Remak erst im Rückenmarke oberflächliche Geflechte), gelangen so an die graue Masse, dringen so weit in dieselbe ein, dass sie von Nervenkörpern umgeben werden, wenden sich aber dann wieder etwas nach aussen, um den neu hinzutretenden Cylindern den Raum in und an der grauen Masse zu überlassen, die dann ihrerseits auch wieder von den nachfolgenden nach aussen gedrängt werden. Dabei scheint ein Austausch der Fasern der linken und rechten Stränge nicht stattzufinden, wohl aber zwischen den vordern und hintern Strängen einer Seite. Doch bildet

1) Kürschner, Ueber die Function der vordern und hintern Rückenmarksstränge, in J. Müller's Archiv. 1841. p. 115. Dupré, daselbst, p. XXXV. *Arnold, tabulae anat. fasc. I. Tab. IX. Fig.* 1. 2. 3. und Derselbe, Bemerkungen über den Bau des Gehirns und Rückenmarks. Zürich 1838. p. 13. Pappenheim, Zur Kenntniss der Verdauung. Breslau 1838. p. 122. Volkmann, in Joh. Müller's Archiv. 1838. p. 277. Valentin, Verhandlungen der Kaiserl. Leopold. Carol. Akademie. XIX. I. Breslau 1838. p. 154. Sömmering, Vom Bau etc. IV. 94. Budge, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 160.

Arnold die Stränge ganz von einander isolirt ab. Sind nun so die gesammten Nervencylinder des Rumpfes und der Gliedmassen (auch des sympathischen Geflechtes) in dem Rückenmarke vereinigt, so kommen sie aufsteigend in das verlängerte Mark, dort aber erfolgt eine theilweise Kreuzung von rechts und links, aber nur eine theilweise, denn ein Theil der Cylinder bleibt auf seiner Seite, um gerade fortzugehen. Von dem obern Theile des verlängerten Markes trennt sich innerhalb der Schädelhöhle ein Bündel Fasern ab, um in das kleine Gehirn überzugehen; in diesem machen sie wahrscheinlich verschiedene Biegungen, gelangen zur Peripherie und machen dort die von Valentin, Carus und dem Verfasser gesehenen centralen Umbiegungen. Von dort zurückkehrend, kreuzen sie sich mit den eintretenden Fasern im Kerne des kleinen Gehirns und gehen als Schenkel der Brücke in diese ein, kommen auf diesem Wege in die andere Hemisphäre, kehren wieder um, um als Schenkel theils in die Vierhügel einzutreten, theils an die übrigen vom Rückenmarke kommenden Fasern, welche die Schenkel des Gehirns bilden, sich anzulegen und mit diesen weiter zu gehen. War so ein Bündel des verlängerten Markes zur Bildung des kleinen Gehirns verwendet worden, so geht auf gleiche Weise ein anderes schwächeres Bündel (Schleife) in die Bildung der Vierhügel ein. Auch in diesen werden die Fasern mit grauer Masse belegt und kreuzen sich, um in den Sehhügel und gestreiften Körper einzudringen. Dasselbe thun aber auch alle noch übrigen Fasern des verlängerten Marks, als Hirnschenkel, d. h. sie dringen von unten in die Hirnganglien, um ebenfalls mit grauer Masse belegt zu werden. Alle diese Fasern dringen dann in die Hemisphären des grossen Gehirns, bilden dort Schlingen und treten dann durch das Commissurensystem in die andere Hemisphäre. Ist nun auf solchem Wege eine Faser durch die meisten Hirntheile hindurchgetreten, so nimmt sie wieder eine peripherische Richtung an; sie dringt aus der Oberfläche der weissen Substanz abwärts in die Schenkel ein und geht so, ohne wieder Vierhügel und kleines Gehirn zu berühren, durch das verlängerte Mark und das Rückenmark in einen Nervenstamm, um an der Peripherie die Schlinge zu schliessen.

Ich gestehe recht gern ein, dass gegen diese Hypothese über den Verlauf der Primitivfasern sich mancher gegründete Einwand machen lässt, doch dürften folgende Punkte dieselbe unterstützen:

1) Da man nirgends im Gehirne Enden der Primitivcylinder, wohl aber Schlingen gefunden hat, so ist es wahrscheinlich, dass die von dem verlängerten Marke ausstrahlenden Fasern mit den querlaufenden Fasern, die Fasern des verlängerten Markes mit denen des kleinen Gehirns und diese wieder unmittelbar mit denen der Vierhügel und dem grossen Gehirne zusammenhängen. Benutzt man nun noch die bekannt gewordene Richtung der Fasern in den verschiedenen Hirntheilen, so ergiebt sich jener Faserverlauf fast von selbst.

2) Die Entstehung der grossen Masse des Gehirns lässt sich so erklären, ohne dass man nöthig hat, eigenthümliche Fasern des Gehirns anzunehmen, deren Anfang und Ende man bei der Menge, mit der sie da sein müssten, gewiss schon gesehen hätte. Bildeten z. B. alle in das Hirn eintretende Cylinder nur einfache Schlingen, um dann wieder peripherisch zu verlaufen, so müsste entweder die graue Masse in weit grösserer Menge, oder es müssten besondere dem Hirne eigenthümliche Fasern da sein.

3) Das Resultat einiger vorbereitenden Untersuchungen über den Verlauf der Fasern in den Kopfganglien der Wirbellosen und eine nicht zu verkennende Parallele in den Haupttypen der Hirnknoten der Wirbellosen und dem Gehirne der Wirbelthiere.

Bei dem Blutegel, dem Regenwurme und verwandten Thieren drängen sich unter und neben dem Schlunde drei Ganglien zusammen; das zweite und dritte hat noch ganz die wesentliche Structur der Körperganglien, nur dass die Seitennerven weiter nach vorn aus denselben heraustreten und eintreten; die Nervenkörper liegen nach abwärts, die Cylinder gehen darüber weg, machen aber dabei im Ganzen und gemeinschaftlich einen mehr bogigen Verlauf. Nachdem so die sämmtlichen Cylinder durch das zweite und dritte Knötchen gegangen sind, treten sie in das erste; hier drängen sie sich ganz nach vorn zusammen, ein Theil von ihnen tritt aus den Ganglien heraus, um zu den Muskeln des Kiefers und der Saugscheibe zu gehen und von dort zurückkommend sich wie-

der mit den vorigen zu vereinigen; ein anderer Theil tritt zugleich mit den vorigen heraus, senkt sich aber sogleich in das entsprechende Knötchen der andern Seite ein; ein dritter Theil derselben macht endlich, ohne auszutreten, Umbiegungen. In allen diesen drei Knoten hängen die Cylinder mit Nervenkörpern zusammen. Merkwürdig ist, dass am Schwanze des Thieres eine ganz ähnliche Anordnung, aber nur in zwei Knötchen, stattfindet, ganz damit übereinstimmend, dass bei diesen Thieren das Nervensystem noch keinen allgemeinen Centralpunkt erhalten hat und die einzelnen Provinzen des Nervensystems selbstständiger, nicht der Herrschaft einer einzigen, vorzugsweise ausgebildeten, unterworfen sind. Bei Limax und Helix findet ein ganz ähnliches Verhältniss statt, nur gehen die Cylinder mehr gewunden und es sind mehr Ganglienkörper angehäuft, doch gehen eben so alle Fäden durch das hintere und mittlere Hirnganglion zu den vordern oder hier schon obern Knoten; auch der von einer Seite zur andern gehende Zweig ist stärker, also die Commissur mehr entwickelt. Auch bei mehrern Raupen zeigte sich ganz dasselbe Verhältniss. Beim Krebse war es mir nicht möglich, eine genauere Einsicht zu erlangen, da bei demselben Alles zu durchsichtig ist, um die einzelnen Gegenstände genau erkennen zu können. Dringen nun schon bei diesen niedern Thieren, in welchen ein jeder einzelne Theil des Nervensystems eine gewisse Selbstständigkeit und Unabhängigkeit besitzt, alle Fäden bis in das vorderste Knötchen und biegen sie nicht schon im zweiten oder dritten Knötchen um, um nach der Peripherie zurückzugehen, so ist bei höhern Thieren ein Vordringen derselben bis in das grosse Gehirn auch glaublich. Noch unterstützt wird einigermassen der Schluss von den Wirbellosen auf die Wirbelthiere durch eine nicht zu verkennende Parallele zwischen beiden Thierreihen. So wie bei den Wirbelthieren die aufsteigende Bildung darnach strebt, dem vordern Hirntheile ein Uebergewicht über den mittlern und hintern zu geben, so geht bei den Wirbellosen der Gang der Entwickelung dahin, dass am Ende der Reihe das vorderste oder oberste Schlundganglion zu einer überwiegenden Masse ausgebildet werde. Es würden vielleicht in dieser Beziehung die Ringelthiere den Fischen, die höhern Krustenthiere den Amphibien, die Insecten den Vögeln und die höchst entwickelten

Mollusken, die Sepien nämlich aus der Ordnung der Cephalopoden mit ihren stark entwickelten obern Hirnknoten und Sinnesnerven, den Säugethieren entsprechen. Man darf aber wohl auf diese Parallele einiges Gewicht legen, da Rathke[1]) nachgewiesen hat, dass der Hirnanhang eine ursprüngliche Aussackung des Schlundes gegen den dritten Hirnventrikel ist, also auch das Gehirn der Vertebraten, dem frühern Typus getreu, sich um eine Verlängerung des Schlundes herumlegt. Wenn wir nun früher gesehen haben, dass es unmöglich ist, im Gehirne des erwachsenen Menschen und der höhern Thiere die Primitivfasern grössere Strecken weit zu verfolgen*), so haben wir aber aus dem zuletzt Gesagten doch erkannt, dass auch hier wieder das Studium der Entwickelung des Gehirns in dem Thierreiche, so wie überhaupt die Entwickelungsgeschichte uns vielleicht dem Ziele näher bringen kann, und es wäre diesem Gegenstande gewiss eine recht tüchtige Monographie zu wünschen, in welcher so weit als möglich bei den Avertebraten der Lauf der Nervencylinder durch die drei vordersten Ganglien verfolgt und dargelegt wäre.

Eine schematische Darstellung des Faserverlaufes würde der Holzschnitt Fig. 10. geben: a. Fasern im Rückenmark, b. Kreuzung derselben im verlängerten Marke, c. Schenkel des verlängerten Markes zum kleinen Gehirne, d. kleines Gehirn, e. Brücke, f. Schenkel des kleinen Gehirns zu den Vierhügeln, g. Vierhügel, h. Ausstrahlung nach der Hemisphäre, i. k. Hemisphäre, l. Commissuren, m. Schlingen an der Oberfläche der Hemisphären, n. rücklaufende Fasern im verlängerten Marke, o. dieselben im Rückenmarke, p. peripherische Schlinge. Die Stärke der Schenkel, die grosse Menge der von ihnen ausstrahlenden Fasern im Vergleich mit den Fasern in den Schenkeln des kleinen Gehirns, so wie die höhern und niedern Functionen des Gehirns machen es wahrscheinlich, dass nicht alle Fasern diesen verwickelten Verlauf machen, sondern dass solche Fasern, welche mehr der niedern Empfindung und Bewegung bestimmt sind, einen einfachern

1) Rathke, Entwickelungsgeschichte der Natter. p. 81. u. 182. und in J. Müller's Archiv. 1838. p. 482. — *) Klenke will die Fasern im Gehirne wirklich durch grössere Strecken verfolgt haben. Untersuchungen und Erfahrungen. I. Lpzg. 1843. p. 54.

Fig. 10.

Fig. 11.

Verlauf nehmen, während die, welche den höhern Functionen dienen, einen complicirtern Verlauf haben, wie wir ja auch bei geistreichen Menschen zahlreichere und tiefere Windungen, überhaupt ein grösseres Gehirn finden, als bei wenig begabten. Die Stärke der Schenkel des Gehirns erklärt sich daraus, dass alle ein- und austretende Fasern des grossen Hirns hier hindurchgehen und zugleich eine bedeutende Menge grauer Masse zwischen sich aufnehmen. Ebenso ist die Anhäufung grauer Masse und der Ein- und Austritt einer Menge Nerven die Ursache der Anschwellung des verlängerten Markes. Als besondere dem Gehirne eigenthümliche Fasern dürften nur die der eigentlichen Hirnnerven anzusehen sein. Einen solchen einfachern Fasernverlauf deutet schematisch Fig. 11. an. a. Fasern im Rückenmarke, b. im verlängerten Marke, c. im grossen Hirn, d. in den Commissuren, e. in der zweiten Hemisphäre, f. im verlängerten Marke, g. peripherische Schlinge.

Valentin hat schon einen ähnlichen Verlauf der Fasern hypothetisch gelehrt; ich glaube nur durch Angabe des Faserverlaufes in den niedern Thieren einen Weg angedeutet zu haben, auf dem man zum Ziele gelangen könne.

Gegen die Annahme des Verlaufes dieser Fasern im Gehirne u. s. w. erhebt sich ausser ältern Anatomen, wie Monro, Prochaska, Gall, noch die allerdings gewichtige Stimme Burdach's[1]), so wie die von Arnold[2]). Beide sehen die Commissuren als aus bogenförmigen Fasern bestehend an, welche aus einer Hemisphäre des Gehirns in die andere übergehen, mit den Fortsetzungen der Nerven nicht zusammenhängen, sich an die Ausstrahlungen der Fasern des Rückenmarks und der Nerven nur anlehnen, wie an ein Gerippe, um einen festen Halt zu bekommen; ihre beiden Enden gehen als zwei Pole der centralen Substanz in die Rinde über. Unstreitig gründet sich diese Ansicht des würdigen Veteranen in der Physiologie auf die gröbern Faserungsverhältnisse des Gehirns, wenn sie aber dem Verhalten der Fasern in der Natur entspräche, so müsste man häufig freie Enden

---

1) Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirns. II. 10 seq. III. 335 seq. Ferner: Umrisse einer Physiologie des Nervensyst. p. 45. — 2) Fr. Arnold, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. II. 806.

oder den Zusammenhang dieser Fasern mit den Nervenkörpern der grauen Substanz finden.

Die Pacinischen Körperchen. Diese räthselhaften, von Henle und Kölliker[1]) nach ihrem ersten Entdecker Pacini genannten Theile sind meist elliptisch oder eiförmig gestaltete, mehr oder weniger gebogene Körperchen, beim Menschen von 0,8 bis 1,2''' Länge und 0,45 bis 0,6''' Breite, von mattem opalartigem Glanze, welche mittelst eines Stieles von verschiedener Länge vorzüglich häufig an den feinen Aesten der Nerven, die sich zur Haut der Hohlhand und der Fusssohle bis zu den Nagelgliedern verbreiten, hängen; doch sind sie auch an manchen andern Stellen, z. B. bei der Katze an den Zweigen des Sympathicus zum Darmkanale, zu der Harnblase (Herberg), bei demselben Thiere und dem Hunde stets zu beiden Seiten der zweiten Phalanx der Zehen, zwischen dieser und dem Rande der Beugesehnen in Häufchen von 15 bis 20 durch Zellgewebe vereinigt gefunden worden [Herberg*)]. Unter dem Mikroskope erscheinen sie bei mässigem Drucke mit Linien bezeichnet, von denen die äussern mehr dem Umfange, die innern mehr der Axe des Körperchens parallel laufen. Diese Linien sind die Grenzen eben so vieler einzelner Schichten, welche concentrisch in einander eingekapselt sind und ein helles Fluidum zwischen sich haben. Die innerste dieser Kapseln, die centrale genannt, umschliesst eine centrale Höhle. Von der Spitze der centralen Kapsel geht gegen das freie Ende des Körperchens (peripherische Pole) nicht, wie Pacini glaubte, ein Band durch alle Schichten hindurch, sondern die Kapseln berühren sich hier gewöhnlich nur oder werden durch zwischen ihnen liegende Septa zusammengehalten. Am centralen Pole, an dem der Nerv in dieses Körperchen eintritt, müssen alle Kapseln durchbohrt sein und den Nerven durchlassen, oder sie müssen sich einstülpen und den Nerven mit eben so vielen Schichten, als sie der Zahl nach vorhanden sind, überziehen (vergl. Abbildung Fig. 11.).

---

1) Henle und Kölliker, Ueber die Pacinischen Körperchen an den Nerven der Menschen u. s. w. Zürich 1844. — *) Herberg, der sich mit Untersuchung dieser Körperchen beschäftigt, hat mir diese Mittheilung gemacht und ich habe mich von der Wahrheit derselben überzeugt.

Fig. 12.

Die Wände der einzelnen Kapseln bestehen aus Bindegewebsfasern mit vielen Kernen, die in regelmässiger Lagerung, gewöhnlich in zwei Schichten, einer äussern aus Querfasern und einer innern aus Längsfasern bestehend, die Wand einer Kapsel darstellen. In jedes solches Körperchen tritt nun ohne Ausnahme ein Nervenprimitivcylinder ein, welcher ohne Umbiegung in der centralen Höhle gewöhnlich mit einer knopfartigen Anschwellung endigt, zuvor sich gar nicht selten gabelartig spaltet, um dann an jedem der zwei Enden knopfförmig aufzuhören, (Henle) und in dieser Höhle frei in der Flüssigkeit liegt. Dieser Nervencylinder hat in dem Stiele des Körperchens, wo er von Bindegewebe umgeben ist, so wie beim Durchtritte durch die Kapseln durchaus nur den Charakter gewöhnlicher Cerebro-Spinalnerven; sobald er aber in die centrale Höhle eingetreten ist, wird er platt und in seinem grössten Durchmesser dünner und durchsichtiger als vor dem Eintritte. Diese Körperchen sollen nach Pacini den animalen Magnetismus entwickeln, nach Henle und Kölliker dagegen den elektrischen Organen einiger Fische am nächsten stehen. (Vergl. Fig. 12.)

Nervenknoten, Ganglien. Unter Nervenknoten versteht man eine runde, längliche, auch vieleckige, meist etwas plattgedrückte, röthliche und gefässreiche Anschwellung an ei-

nem oder an mehrern sich vereinigenden Nerven, welche wesentlich aus einer Scheide, den ein- und austretenden Nervencylindern und den Nervenkörperchen bestehen. Von der Menge der Nervencylinder hängt vorzüglich die Grösse der Ganglien ab; denn sind diese in sehr geringer Menge vorhanden, so kann das ganze Knötchen für das unbewaffnete Auge auch unbemerkbar sein, und solche zerstreute Ganglienkugeln sind von Valentin an dem Grenzstrange des sympathischen Nerven und an dem *Nasopalatinus* des Schaafes, an dem *Tympanicus* des Menschen, von Stannius[1]) an dem *Plexus spermaticus* des Dorsches, von Volkmann[2]) an dem *Glossopharyngeus* des Menschen und von Henle[3]) an mehrern Stellen beim Frosche bemerkt, von Remak[4]) neuerdings an den Nerven des Herzens, der Lunge und des Kehldeckels auch bildlich dargestellt worden. Um die Verhältnisse der einzelnen die Ganglien zusammensetzenden Theile zu einander kennen zu lernen, muss man kleine unter dem Mikroskope ganz zu übersehende Ganglien zur Untersuchung wählen, z. B. die der Blutegel und verwandter Thiere, der Schnecken, der Raupen u. s. w.; die der Krebse sind zu durchsichtig, lassen daher die Einzelnheiten nur schwer erkennen. Haben wir aber erst diese einfachen Formen genauer kennen gelernt, so werden wir auch die complicirten Formen leichter erforschen. Die Untersuchung grösserer Ganglien hat aber darum seine Schwierigkeiten, weil man ein solches zertheilen und zerrupfen, folglich die Lage der Theile zu einander stören muss, um etwas unter dem Mikroskope zu erkennen. Wir wollen zuerst das einfache Ganglion aus dem Nervenstrange eines Blutegels betrachten (Tab. III. Fig. 10.). Die Scheide (c) ist eine ziemlich feste aus Bindegewebsfasern, die sich in verschiedener Richtung durchkreuzen, gewebte Hülle, welche nach aussen etwas rauh ist, nach einwärts nach dem Laufe der Nervencylinder einzelne Scheidewände abschickt und welche den innern Raum auf jeder Seite in drei grössere und eine kleinere Kammer (die Ehrenberg schon kannte) theilt. Diese Räume scheinen an der Innenfläche glatt zu sein und sämmtlich in dem mittlern

1) Stannius, in J. Müller's Archiv. 1842. p. 365. — 2) Volkmann, daselbst, 1840. p. 488. — 3) Henle, Allg. Anat. 655. — 4) Remak, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 463. und Tab. XII.

Raume, wo der Hauptnervenstrang liegt, zusammenzukommen. Die Nervencylinder treten auf der dem Schwanze zugewendeten Seite (A) durch eine verhältnissmässig sehr enge Oeffnung ein, durch welche sie sich gleichsam durchdrängen müssen, daher auch die beiden Nervenstränge hier wie eingeschnürt erscheinen, sich aber durch den ganzen Knoten als völlig getrennt verfolgen lassen. Sobald sie wirklich in den Knoten eingetreten sind, laufen sie lockerer neben einander fort und nehmen fein granulirte Masse zwischen sich und zwischen ihre Primitivcylinder auf. Die keulenförmigen Nervenkörper liegen, wie auch Will schon ganz richtig bemerkt, nur auf der Sohlen- oder Bauchseite des Knötchens, daher man den Lauf der Nervencylinder nur auf einer Seite deutlich sehen kann. So gehen die Cylinder der Hauptstränge, nachdem sie gleich bei ihrem Eintritte die Cylinder für die seitlichen Körpernerven abgegeben haben, gegen die entgegengesetzte oder Kopfseite des Knötchens; die nach aussen gelegenen machen dabei flache Bogen, die in der Mittellinie gelegenen gehen ziemlich gerade, und nachdem sie die von den Seitennerven zurückkommenden Nervencylinder mit sich vereinigt haben, drängen sie sich durch eine eben so enge Oeffnung (B), wie die Eintrittspforte war, wieder hinaus. Sogleich nach dem Eintritte des Hauptstranges gehen eine entsprechende Menge Nervencylinder in einem flachen Bogen seitlich ab, um durch die Seitenwand der Scheide auszutreten und den seitlichen Körpernerven (C) darzustellen; ehe sie aber austreten, kreuzen sie sich mit den in denselben Nerven zurückkommenden Cylindern*). Auch auf diesem Wege entfernen sich die einzelnen Cylinder etwas von einander, nehmen fein granulirte Masse zwischen sich und liegen auf keulenförmigen Nervenkörperchen. Die Nerven der einen Seite haben

*) Mit den Ausdrücken „austretende und zurückkehrende Cylinder der Seitennerven" sollen nur die beiden Bündel, ein nach dem Schwanzende und ein nach dem Kopfende laufendes, bezeichnet sein, ohne geradezu zu behaupten, dass dieses die central und jenes die peripherisch verlaufenden Cylinder enthalte, da dieses, bei der angegebenen Vertheilung der Cylinder und der oben schon berührten Beschaffenheit der letzten Schwanzganglien, sehr schwer zu bestimmen sein möchte.

nirgends Gemeinschaft mit denen der andern, nie ist ein Uebergang oder eine Kreuzung zu bemerken. Durch diese abgehenden und eintretenden Bündel wird der Raum im Innern des Knötchens natürlich in mehrere Abtheilungen gebracht, welche von den vorhin angegebenen Fortsätzen der Scheide ausgekleidet werden und in denen die keulenförmigen Nervenkörperchen in grosser Menge liegen und frisch untersucht stets eine volle Rundung ohne Abplattungen und Ecken zeigen, die erst später deutlich bemerkbar werden. Von den die ganzen Abtheilungen eines Ganglion auskleidenden Fortsetzungen der äussern Scheide gehen bei höhern Thieren, z. B. schon beim Frosche, in den Knoten des Grenzstranges des sympathischen Geflechtes zarte Scheiden an die Nervenkörperchen, hüllen diese ein und setzen sich scheidenartig auf den Nervencylinder fort. Ob aber diese scheidenartige Fortsetzung mit den Remak'schen Fasern identisch sei, wage ich nicht zu entscheiden. Das mikroskopische Ansehen beider spricht dagegen. In den vier grössern zwischen den Ein- und Austrittsstellen gelegenen Abtheilungen liegen die Nervenkörperchen so, dass sie ihren kolbigen Theil nach auswärts, das spitze Ende dagegen nach einwärts wenden. Von diesem Verhältnisse kann man sich an den Ganglien der Blutegel, Schnecken u. s. w. auf das Deutlichste unterrichten. Die Ganglien der Menschen und grössern Thiere kann man freilich nicht so mit einem Blicke übersehen, daher sind unsere Kenntnisse von den Lagerungsverhältnissen der zu ihrer Bildung zusammentretenden Theile noch sehr unvollkommen. Die Nervenknoten werden in der Regel von einer festern Scheide eingehüllt, die wahrscheinlich auch, wenn es die Anordnung der ein- und austretenden Cylinder erlaubt, Scheidewände nach einwärts schickt. Die eintretenden Nervencylinder finden sich oft nur als einziger Faden, oft dagegen treten auch mehrere Fäden zur Bildung eines Knotens zusammen, innerhalb des Knotens treten diese Fäden aus einander, nehmen fein granulirte Masse, so wie Nervenkörperchen zwischen sich, treten in neuen Anordnungen zusammen und in einem oder mehrern Fäden wieder aus dem Knoten heraus. Dass jeder dieser Fäden auch mit einem keulenförmigen Nervenkörper zusammenhänge, ist zwar wahrscheinlich, aber noch nicht durch Beobachtung dargethan.

Die Gegenwart der keulenförmigen Körperchen in den Ganglien des Menschen ist durch viele Beobachtungen erwiesen, und obgleich man sie in der Regel an den Knoten des Grenzstranges des sympathischen Geflechtes, auch vorzugsweise auf einer Seite und zwar auf der der Körperhöhle zugewendeten angehäuft findet, so umgeben sie doch in eben so zahlreichen andern Fällen die Nervencylinder von allen Seiten. Ausser den keulenförmigen Nervenkörperchen kommen nun in den Ganglien höherer Thiere und des Menschen noch die vielzackigen oben beschriebenen Nervenkörperchen vor, stehen aber in Menge den keulenförmigen weit nach und scheinen mehr an dem Umfange, weniger in der Mitte der Ganglien zu liegen. Viele dieser Verhältnisse sind von Valentin[1]) schon genauer erkannt, beschrieben und abgebildet. Derselbe lehrte auch, auf mikroskopische Forschungen gestützt, dass ganze Bündel von Primitivcylindern durch mehrere Ganglien hindurch gehen können, wie es namentlich mit den Fäden der Fall ist, welche aus den Rückenmarksnerven durch den Grenzstrang zu dem Sympathicus gehen; dabei scheinen sie in dem ersten und zweiten Ganglion nur einfach durchzugehen und Valentin nennt diese Fasern durchgehende (*fibrae pergredientes*), während sie in dem dritten oder zum Theil auch schon in dem zweiten sich mehr zerstreuen, mehr Nervenkörperchen zwischen sich nehmen. Diese nennt er in Bezug zu den Nervenkörperchen umspinnende (*f. circumnectentes*). So wahr diese Beobachtung ist, wie man sich an den Ganglien der Frösche bald überzeugen kann, so sieht man doch, wenn die Cylinder in den ersten Ganglien gar keinen Zusammenhang mit den Nervenkörperchen haben, den Zweck des Durchganges nicht ein. Es ist wahrscheinlich, dass auch hier ein noch nicht erkannter Zusammenhang stattfindet.

Der Zweck der Nervenknoten wäre demnach der, die Nervencylinder ein- oder mehreremal mit Nervenkörperchen in Berührung und Zusammenhang zu bringen.

Kaum dürfte es noch nöthig sein, einige Worte über Ner-

---

1) Valentin, Verlauf und letzte Enden der Nerven. 75. Fig. 34 bis 50. und *De functionib. nervor.* 66.

vengeflechte zu sagen; sie können weiter nichts sein, als ein Austausch der Primitivcylinder zwischen mehrern Nervenstämmen zu dem Zwecke, Nerven zu bilden, welche Fäden aus verschiedenen Gegenden des Centralorgans enthalten. Bisweilen sind einem solchen Geflechte noch Nervenkörperchen beigemengt, dann heisst es ein knotiges Geflecht, *Plexus gangliosus*, wie das Geflecht zwischen *N. vagus* und *sympathicus* am obern Theile des Halses.

Eine kurze Recapitulation des Wichtigsten wird die Uebersicht erleichtern. — Das Nervensystem hat als elementare Theile kugelige und faserige Formen; die kugeligen sind folgende:

1) Die keulenförmigen, einfach gestielten Nervenkörper mit Kern und flüssigem aber gerinnbarem Inhalte, welche in den Ganglien unmittelbar mit den Primitivcylindern zusammenhängen;

2) die mehrfach gestielten Nervenkörperchen mit Kern, welche mehr in der Peripherie der Ganglien liegen und deren Zusammenhang mit den Cylindern man noch nicht kennt; sie scheinen auch vorzugsweise die graue Masse des Rückenmarks darzustellen;

3) sehr feine kleine Kügelchen, in denen die andern Nervenkörper eingebettet sind;

4) die rundlich kugelförmigen durchsichtigen Körper, welche hauptsächlich in der Rindensubstanz des Gehirns vorkommen und wahrscheinlich frühere Entwickelungsformen der keulenförmigen und vielfach gestielten Nervenkörper sind;

5) die räthselhaften Pacini'schen Körperchen an den Enden der Gefühlsnerven an Händen, Füssen und andern Orten.

Die fadigen Elemente des Nervensystems sind:

1) Die Primitivcylinder. Sie bestehen aus einer zarten, structurlosen Hülle und im ganz frischen Zustande aus einem gleichmässigen, hellen, dickflüssigen Inhalte, der aber beim Gerinnen eine äussere und innere Schicht, gleichsam eine Rinden- und Marksubstanz zu bilden geneigt ist; dadurch soll eine zweite innere Röhre entstehen oder schon primär vorhanden sein, d. i. der Axencylinder mit dem Primitivbande. Doch sind diese Formen gewiss als eben aus der Gerinnung hervorgegangene Gebilde zu betrachten, indem sich der Inhalt in zweierlei Substanzen trennt, die vorher innig gemischt waren. Diese Primitivcylinder gehen ohne Unterbrechung, ohne Theilung oder Anastomose von

dem Centrum nach der Peripherie, machen dort Endumbiegungsschlingen, um wieder central zu verlaufen und um sich wahrscheinlich im Gehirne mit dem Anfange wieder zu vereinigen.

Uebersicht der Grössen der Elementartheile des Nervensystems.

A. Nervenkörperchen.

Valentin	0,007 bis 0,40‴.	
Purkinje	0,010 - 0,037‴.	
Krause	0,0125 - 0,0023‴.	
Bruns	0,01 - 0,02‴.	
Volkmann	0,014 - 0,021‴.	
Henle	0,022 - 0,033‴	aus dem Gasserschen Knoten eines Kalbes,
	0,017 - 0,009‴	aus dem Halsknoten desselben Thieres,
	0,006 - 0,008‴	das Bläschen im Innern der Nervenkörperchen,
	0,001 - 0,0015‴	das innerste im vorigen enthaltene Bläschen.
Günther	0,020 - 0,023‴	aus dem Körperknoten eines Blutegels,
	0,025 - 0,040‴	aus dem Halsknoten eines Pferdes,
	0,020 - 0,037‴	aus dem Halsknoten des Menschen.

B. Nervencylinder.

Valentin	0,0016 bis 0,0080‴	Hautnerv des Vorderarms.
	0,0016 - 0,0068‴	Halstheil des Vagus.
Krause	0,0008 - 0,0055‴.	
Bruns	0,0012 - 0,0060‴.	
Volkmann	0,0022 - 0,0040‴	Hautnerv des Rückens.
	0,0054 - 0,0063‴	Muskelast.
Henle	0,0015‴	Hautnerv des Rückens.
	0,0025 bis 0,008‴	Muskelnerv.
Günther	0,0018 - 0,0028‴	Hautnerv des Schenkels.
	0,0023 - 0,0045‴	Muskelnerv des Schenkels.

C. Sympathische Fasern.

Valentin	0,005'''.
Henle	0,002 bis 0,03'''.
Krause	0,0012 - 0,0077'''.

Grössere Zusammenstellungen finden sich bei Treviranus[1]), Volkmann und Bidder[2]), Valentin[3]).

Die chemische Untersuchung der Nervenmasse hat bis jetzt kein für Physiologie fruchtbringendes Resultat geliefert und wohl kaum jemals wird sie die Beziehung zwischen dieser an sich bewegungslosen aber Bewegung erregenden, empfindungslosen und doch Empfindung vermittelnden Materie und den inwohnenden Kräften ergründen. Wir theilen hier einige der wichtigsten Analysen mit, die aber auch nicht ganz exact sein können, da selbst mit dem möglichst sorgfältig gereinigten Gehirne sich noch mancherlei fremdartige Stoffe in die Untersuchung mengen, wie Blut, Blutgefässe, einiges Bindegewebe u. s. w. Nach Vauquelin[4]) ist die Zusammensetzung des Gehirns, des Rückenmarks und der Nerven überall gleich und zwar folgende:

Wasser	80,00.
Weisse fette Materie	4,53.
Rothe fette Materie	0,70.
Osmazom	1,12.
Albumin	7,00.
Phosphor	1,50.
Schwefel und Salze aus Pottasche, Kalk und Magnesia	5,15.

Eine ähnliche Analyse hat Lassaigne[5]) gegeben:

	Rindensubst.	Marksubst.
Albumin	7,5.	9,9.
Farbloses Fett	1,0.	13,9.
Rothes Fett	3,7.	0,9.

1) Treviranus, Beiträge. II. 36. — 2) Volkmann, in Joh. Müller's Archiv. 1844. p. 9.; ferner in Bidder und Volkmann, die Selbstständigkeit des sympath. Nerven. Leipzig 1842. — 3) Valentin, Repert. VIII. 96. — 4) *Vauquelin*, in *Magendie*, *Précis élément. de Phys.* I. *2ème édit.* 188. — 5) Lassaigne, bei Berzelius, Thierchemie. 182.

	Rindensubst.	Marksubst.
Fleischextract und milchsaure Salze	1,4.	1,0.
Phosphorsaure Salze	1,2.	1,3.
Wasser	85,0.	73,0.

Weit wichtiger und interessanter sind die Untersuchungen von Couërbe[1]), aus denen ein besonderer Reichthum des Hirns an verschiedenen Fettarten hervorgeht. Nach Entfernung des 80% und darüber betragenden Wassers durch Abdunsten und Behandeln mit kaltem Aether hat derselbe folgende Fette gefunden:

1) *Cholestearine* kommt auch in vielen andern Theilen und Geweben vor, ist daher schon im allgemeinen chemischen Theile in ihren wesentlichsten Eigenschaften geschildert worden.

2) *Cerebrot*, Hirnwachs (Gmelin), *Myecolon* (Kühn) bleibt nach Entfernung des vorigen zurück, macht mit demselben die festen Fette des Gehirns aus. Es ist schwer oder gar nicht schmelzbar, stellt im reinsten Zustande ein trocknes nicht fettig anzufühlendes Pulver dar, welches nur von kochendem Alkohol, nicht aber von kaltem oder von Aether aufgelöst wird; ist es aber von einem der beiden folgenden Fette verunreinigt, so löst es sich durch deren Vermittelung auf. Durch Alkalien lässt es sich nicht verseifen. Die elementare Zusammensetzung ist folgende:

Kohlenstoff	67,818.
Wasserstoff	11,100.
Stickstoff	3,399.
Schwefel	2,138.
Phosphor	2,232.
Sauerstoff	12,213.

3) *Eléenphol*, *Cerebrol* (*Berz.*) bleibt in dem Alkohol zurück, aus dem die Cholestearine und das Cerebrot sich niedergeschlagen haben; es ist flüssig, röthlich, von demselben Geruche wie frisches Gehirn, von unangenehmem ranzigem Geschmacke, löst sich in allen Verhältnissen in Aether, fetten und ätherischen

---

1) *Couërbe, Du cerveau consideré sous le point de vue chimique et physiologique. Paris* 1834.; auch bei Berzelius, Thierchemie. 173.

Oelen, schwerer in Alkohol auf, hat mit folgendem gleiche elementare Zusammensetzung.

4) *Cephalot* ist mit dem folgenden Fette in dem Rückstande enthalten, der nach der Verdunstung der ätherischen Lösung zurückbleibt und woraus kochender Alkohol die drei vorhergehenden Fette ausgezogen hat. Es ist schmutzig gelb, lässt sich nicht zu Pulver reiben, wird in der Wärme weich ohne völlig zu fliessen, nach dem Erkalten ist es zäh und elastisch wie Cautschuk, unlöslich in Wasser, sehr wenig in kochendem Alkohol, aber in 25 Aether löslich.

Cerebrol und *Cephalot* haben folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	66,362.
Wasserstoff	10,034.
Stickstoff	3,250.
Schwefel	1,954.
Phosphor	2,544.
Sauerstoff	15,852.

5) *Stearoconot* bleibt zurück, nachdem das vorhergehende Fett mit Aether ausgezogen worden ist; es ist eine gelbbraune pulverige Substanz, ohne Geruch und ohne Geschmack, in Alkohol und Aether unlöslich, aber in fetten und flüchtigen Oelen löslich und wird durch dieselben in Aether auflöslich.

Zusammengesetzt ist es wie folgt:

Kohlenstoff	59,832.
Wasserstoff	9,246.
Stickstoff	9,352.
Schwefel	2,030.
Phosphor	2,420.
Sauerstoff	17,120.

Zu bedauern ist es, dass die quantitativen Verhältnisse dieser Fette zu einander noch nicht erforscht sind.

Was nun noch unlöslich zurückbleibt, ist Albumin, einige phosphorsaure und vielleicht kohlensaure Salze.

So wenig im Ganzen diese Untersuchungen zur Aufklärung der Erscheinungen des Hirn- und Nervenlebens beitragen, so

geben sie doch zu manchen Reflexionen Veranlassung. Auffallend ist der Reichthum der Nervenmasse an Fett und an Fettarten, und hieraus allein schon könnte wohl die Ansicht Liebig's, dass die Fette nur Respirationsmittel seien und nicht wesentlich in die Bildung der Organe eingehen, widerlegt werden, und aus dem Verhalten dieser Körper gegen Aether lässt sich einsehen, warum es Henle nicht gelang, den Inhalt der Nervencylinder damit auszuziehen. Interessant ist auch die allgemeine Erfahrung, dass die Gehirne alter Personen härter und fester sind als die junger Leute, es mögen also die festen Fette im Alter vorherrschen. Endlich ist der Reichthum der Nervenmasse an Phosphor und Schwefel merkwürdig und in keinem andern Organe finden wir diese Stoffe in demselben Verhältnisse wieder.

Ueber die histiologische Entwickelung des Nervensystems hat zuerst Schwann[1]) einigen Aufschluss gegeben; bald darauf theilte Valentin[2]) seine Untersuchungen mit, auch gab Rosenthal[3]) einige kurze Notizen. Die Trennung in die Mark- und Rindensubstanz des Gehirns konnte Valentin schon bei dreimonatlichen menschlichen Früchten wahrnehmen.

Ueber die Entwickelung der kugeligen Elemente des Nervensystems theilt Schwann keine neuen Thatsachen mit und geht auf die schon früher von Valentin gemachte Vergleichung eines Nervenkörperchens mit einem Ei ein und sieht die Nervenkörperchen ganz als Zellen an. Nach Valentin geben Zellen von 0,0005 P. Z. mit Kernen von 0,0002 P. Z. die Grundlage der grauen Substanz. Diese Zellen liegen anfangs dicht an einander, so dass sie sich gegenseitig abplatten, darauf legen sich an ihrem Umfange feine Körnchen ab, die sich vermehren, die Zellen ganz umgeben, ja sie durch Anhäufung ganz von einander entfernen; so bei 4 bis 5'' langen Rindsembryonen; darum treten auch die ursprünglichen Zellen in der Beobachtung scheinbar etwas zurück; allmählig grenzt sich die die Zellen umhüllende feinkörnige

---

1) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen u. s. w. 169. — 2) Valentin, Entwickelungsgeschichte. 183. und in Joh. Müller's Archiv. 1840. p. 218. — 3) *Rosenthal*, *De formatione granulosa.* 30.

Masse zu einer rundlichen länglichen Form ab und umgiebt sich mit einer zarten Membran. Diese Membran ist die äussere Hülle des Nervenkörperchens geworden; die von ihr umgebene feinkörnige Masse löst sich auf und wird zum Inhalte, während man auch später noch die ursprüngliche Zelle als rundes Bläschen im Innern des Nervenkörperchens bemerkt. (Vergl. auch das über die rundlichen Kugeln in der grauen Hirnmasse oben Mitgetheilte.)

Die weisse Masse des Gehirns entwickelt sich nach Valentin[1]) eben so wie die graue aus Zellen, die von einer feinkörnigen Masse umgeben sind; er lässt es aber dahin gestellt sein, ob die Primitivfasern unmittelbar daraus hervorgehen, oder ob eine eigenthümliche Zellenformation sich zwischen die primären Zellen und die Primitivcylinder einschiebt. An dem *Centrum semiovale* eines 12″ grossen Embryo gewahrte er mattweisse, mehr oder minder platte Fasern, die im Innern in bestimmten Abständen deutliche Kerne und Kernkörperchen zeigten. Später, zur Zeit, als diese Cylinder durchsichtiger wurden, konnten Scheidewände als Spuren der frühern Zusammensetzung aus Zellen deutlich wahrgenommen werden. Nach Schwann[2]) stellen sich die Nervencylinder der Embryonen als fein granulirte Stränge dar, an denen man eine noch nicht vollendete grobe Faserung bemerkt und in der Richtung der Faserung eine Menge Zellenkerne und Kernkörperchen. Aus diesen Beobachtungen schliesst nun Schwann, dass die Nervencylinder aus Zellen entstehen, die sich linear an einander reihen; die beobachteten Kerne würden demnach den ursprünglichen Zellen angehören. Die Zellhaut wird zur Hülle des Nervencylinders, und in dem Grade, als der Zelleninhalt sich in den Nerveninhalt umwandelt, werden die Kerne resorbirt. Der Inhalt selbst ist als eine secundäre Ablagerung auf der innern Fläche der Zellenwand anzusehen, welche von fettiger Natur sein und das Remak'sche Primitivband noch einschliessen soll. Die Entstehung aus Zellen stünde sonach fest, nur die Erscheinungen der fernern Entwicke-

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterbuch. I. 702. und in J. Müller's Archiv. 1840. p. 221. — 2) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. 171.

lung lassen, wie die der Muskelbündel, eine verschiedene Deutung zu. Selbst Schwann stellte schon beiläufig die Hypothese auf, dass die embryonalen Nervenfasern dadurch in die Primitivcylinder umgewandelt werden, dass sich auf ihrer äussern Wand das Nervenmark als Rinde absetze und die Faser selbst zum Axencylinder werde, und Henle ist dieser Ansicht nicht abgeneigt. Valentin spricht sich dagegen dahin aus, dass sich der Inhalt innerhalb der von den Zellen gebildeten Röhre absetze und die Zellenhaut in die Hülle des Primitivcylinders übergehe. Nach eignen Untersuchungen an ein- bis vierzölligen Schaafs- und Schweinsembryonen, so wie an drei- und viermonatlichen frischen Menschenembryonen muss ich mich für die von Schwann zuerst abgegebene und von Valentin angenommene Ansicht erklären.

Was die Regeneration der Nerven anbetrifft, so ist es durch vielfache Erfahrung erwiesen, dass die Function zerschnittener Nerven nach einiger Zeit mehr oder minder vollkommen wieder hergestellt wird. Die histiologische Beschaffenheit der Narbe und des peripherischen Nervenstückes ist unter Andern besonders von Steinrück[1]), Nasse[2]), Valentin[3]), Schön und dem Verfasser[4]) untersucht worden.

Wie oben schon bei der Beschreibung der Primitivcylinder bemerkt worden ist, verlieren dieselben nach der Trennung des Zusammenhanges mit den Centralorganen ihr volles, rundes Ansehen, werden trübe, platt, erlangen anfangs ein Ansehen, wie es stets bald nach dem Tode zu bemerken ist, später schwindet der Inhalt immer mehr, bis endlich nach 6 bis 8 Wochen nur die leere Scheide zurückbleibt, die später, wenn keine Verheilung der verletzten Stelle erfolgt, als ein nutzloses Gebilde ebenfalls resorbirt wird (s. Tab. III. Fig. 15.). Erfolgt bis zu einem gewissen Zeitpunkte hin (bei den Caninchen in den ersten 5 bis 6 Wochen) eine Verheilung der Wunde des Nerven, so findet man, dass ein grosser Theil dieser leeren Hüllen sich allmählig wieder belebt,

---

1) *Steinrück, De nervorum regeneratione.* — 2) Nasse, in J. Müller's Archiv. 1839. p. 405. — 3) *Valentin, De functionib. nerv.* 127. — Günther u. Schön, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 270.

neuen Inhalt producirt und endlich die normale Structur ganz wieder erlangt. Verfolgt man aber diesen Process genauer, so findet man ganz bestimmt neben den sich neu belebenden Fasern solche, welche immer mehr schwinden und endlich ganz verloren gehen. Ferner findet man, oft schon mit blossem Auge, dass nach vollendeter Regeneration das unter dem Schnitte gelegene Stück des Nerven etwas dünner als das über dem Schnitte gelegene ist, und endlich habe ich bei Caninchen nie eine ganz vollständige Herstellung der Function gesehen; eine gewisse Unbehülflichkeit und Stumpfheit des Gefühls war nach $1\frac{1}{2}$ Jahr noch zu bemerken. Da aber die Bewegungen der hintern Extremitäten der Caninchen sehr einfach und eine Unbehülflichkeit derselben schwerer zu bemerken ist, so wählte ich zu einem Versuche die vordere Extremität einer Katze, zerschnitt den *Plexus brachialis* in seinem unteren Theile und die natürliche Folge war eine völlige Bewegungs- und Empfindungslosigkeit der Extremität in dem Ellenbogen und in den Fussgelenken; der Oberarm wurde noch durch die Schultermuskeln unvollkommen bewegt. Auch hier trat das bei Caninchen gewöhnliche Wundwerden, ich möchte sagen Abschleifen der Zehen durch das Hinschleppen auf dem Fussboden ein. Nach 6 Wochen trat wieder einige Beweglichkeit ein, die dadurch bemerkbar wurde, dass die Extremität nicht mehr auf der Erde fortgeschleppt, sondern etwas höher getragen wurde. Nach 10 Wochen gebrauchte das Thier die operirte Extremität wieder mit zum Gehen und bald darauf auch zum Anfassen, allein nie erlangte dieselbe die freie Beweglichkeit und Gewandtheit eines gesunden Vorderbeines, das Thier griff oft neben den zu erhaschenden Gegenstand und hielt ihn nicht fest; einen Spielball z. B., den eine gesunde Katze mit den Krallen fest hält, verlor sie sehr leicht. — Eine unter solchen Umständen sich aufdrängende Frage ist: welche Fasern sind es, die sich wieder herstellen, und welche sind es, die verloren gehen, oder von welchen Umständen hängt es ab, dass die einen sich regeneriren, die andern nicht? — Muss man annehmen, dass nur functionell gleiche Fasern sich wieder vereinigen und functioniren können, so hängt es vielleicht vom Zufalle ab, ob und wie die getrennten Fasern wieder zusammentreffen. In-

dessen lässt sich auch hier ein allgemeines Gesetz zur Erklärung dieser speciellen Erscheinungen anwenden. Es lehrt nämlich die Erfahrung bei allen Regenerationen, dass die schon vorhandenen aber verletzten und zu regenerirenden Gewebe so bestimmend auf die Exsudatkörper und jungen Zellen wirken, dass diese sich in dasselbe Gewebe umwandeln und nur durch dieses Gesetz ist überhaupt Regeneration möglich. Man kann daher keineswegs behaupten, dass ein blosser Zufall die functionell gleichen Fasern zusammenführe, denn das obere Stück eines Nervencylinders wird die ihm zunächst liegende Zelle nöthigen, sich nach der ihm eignen Natur auszubilden; die so bestimmte, nicht ferner bestimmbare Zelle wird nun in gleicher Art auf ihre nächste Nachbarin wirken. Dieses Einwirken und Bestimmen geht nun bis auf einen gewissen Punkt, soweit überhaupt Regeneration möglich ist, fort. Das untere peripherische Stück, welches nun noch keineswegs abgestorben, denn dann wäre ja überhaupt keine Regeneration möglich, sondern nur in seinen Lebenserscheinungen auf eine sehr niedrige Stufe gestellt ist, wird auch in ähnlicher Art, nur mit weniger Kraft und in geringerem Umfange wirken und so müssen in der Mitte gleichgestimmte Zellen zusammentreffen. Die von central leitenden Cylindern bestimmten Zellen wandeln sich nun in eben dieselben Cylinder, die von peripherisch leitenden Cylindern bestimmten Zellen wandeln sich nothwendig auch in diese um. Dass dieser Process desto vollkommner sein wird, je näher die beiden Enden einander liegen und je kleiner der zerschnittene Nerv überhaupt ist, leuchtet nun von selbst ein, denn der schon gebildete Nerv wirkt nur bis auf eine gewisse Entfernung bestimmend auf die Zellen, und in einem schwachen Nerven werden die wenigen Primitivcylinder sich leichter zusammenfinden als in einem starken, sich weiter zurückziehenden, an dem auch noch eine Menge Neurilem zu bilden ist. Dass daher immer noch eine Menge Nervencylinder bei einer solchen Verheilung verloren gehen werden, die mit keinem gleich functionirenden zusammentreffen, ist sehr natürlich und die bleibende Folge davon ist die oben bemerkte Stumpfheit des Gefühls und Unbeholfenheit in der Bewegung. Die hier entwickelte Ansicht findet eine erfahrungsmässige Stütze in den schönen Unter-

suchungen Bidder's[1]), deren Resultat war, dass, wenn verschiedene neben einander liegende Nerven (*Lingualis* und *Hypoglossus*) getrennt und das centrale Ende des einen mit dem peripherischen Ende des andern in nahe Berührung gebracht, die beiden andern Enden aber um 8 Linien verkürzt wurden, dennoch nie die verschiedenartigen, nahe beisammenliegenden, sondern die gleichartigen, entfernt liegenden Nervenenden sich mit einander zu verbinden strebten.

Bei der histiologischen Untersuchung der Narbe der Nerven hat man mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, denn das neue Gewebe ist so fest, dass man die einzelnen Primitivfasern nur mühsam verfolgen kann, doch habe ich früher bei den Untersuchungen mit Schön und neuerdings mit Hülfe des Compressorium auf das Deutlichste die Primitivfasern durch die Narbe gehen sehen; dieselben waren etwas dünner als die gesunden, so dass man deutlich die Stelle unterscheiden konnte, wo das regenerirte Stück sich an den ursprünglichen Nervencylinder anlegte; jedoch scheint nach einem Jahre und später (ich habe nur einen Fall von 1 Jahr 5 Monaten) auch dieser Unterschied sich zu verwischen, so dass wahrscheinlich jede Verschiedenheit endlich ganz schwindet und nur noch ein dichteres Neurilem die Narbe anzeigt. Nach 1 Jahr 3 bis 5 Monaten fand ich dieselbe weniger bemerkbar, auch hatte sich der früher verworrene Verlauf der Cylinder in einen mehr geregelten parallelen umgebildet. Auch diese Regeneration beweisst die Bildung der Nerven aus Zellen (Exsudat und Eiterkugeln); der fernern genauern Beobachtung stellen sich hier aber noch weit grössere Schwierigkeiten als beim Embryo entgegen. Klenke[2]) hat zwar die Zellen und deren lineares Zusammenreihen gesehen und abgebildet, allein der weitere Process, wie sich nämlich Hülle und Inhalt bildet, ist ihm auch entgangen.

Die Physiologie des Nervensystems können wir hier nur in allgemeinen Umrissen geben, ohne auf einzelne specielle Functionen Rücksicht zu nehmen.

---

1) Bidder, in J. Müller's Archiv. 1842. p. 114. — 2) Klenke, Neue physiologische Abhandlungen. Leipzig. 1843. p. 128.

Was nun zuerst die Bestimmung der Nervenkörperchen anbetrifft, so ist es sehr schwer, etwas Positives darüber zu sagen, da das physiologische Experiment nur lehrt, dass sie weder Schmerz empfinden, noch an und für sich Bewegung erregen können und doch mit diesen Lebenserscheinungen durch die übrigen Elemente des Nervensystems functionell im innigsten Zusammenhange stehen. Die comparative Anatomie, die so oft belehrende Winke für die Physiologie giebt, lehrt nur, dass die Nervenkörperchen von den niedrigsten Thieren bis zum Menschen in gleicher Progression mit der weissen Masse oder den Primitivcylindern an Ausbildung und Menge zunehmen, und auch hieraus kann man nur schliessen, dass die Function derselben an die Gegenwart der Cylinder und die Thätigkeit dieser an das Dasein jener gebunden sei, dass demnach diese beiden Elemente sich gegenseitig bedingen. Von dem Zeitpunkte an, als man den Cylindern des Nervensystems besonders oder selbst ausschliessend die Leitung des in den Nerven wirkenden Agens zuschrieb, sah man die Nervenkörperchen als die Erreger, als die Motoren dieses Agens an, zu welchem Schlusse man sich um so mehr berechtigt glaubte, als man sah, dass ein Nerv, dessen Zusammenhang mit den Centralorganen, also auch mit den grössern Anhäufungen der grauen Masse unterbrochen war, weder Empfindung von der Peripherie nach dem Centrum, noch umgekehrt die Intention zur Bewegung nach der Peripherie leiten konnte. Diese Nervencylinder mussten also die Anregung zu ihrer Function von aussen her bekommen, sie konnten sie nicht in sich selbst entwickeln. Da sie nun aber alle ohne Ausnahme mit keinem andern Gewebe in so innigen Zusammenhang treten als mit der grauen Masse der Ganglien und des Gehirns, so lag der Schluss sehr nahe, dass sie von dieser aus ihre Anregung empfangen. Aber nicht allein die Anregung zur sichtbaren Bewegung oder zu irgend einer andern bemerklichen Reaction musste von den Nervenkörperchen ausgehen, sondern auch die stete lebendige Spannung der Muskeln und aller andern contractilen Fasern (Tonus) musste von einem gewissen stets vorhandenen Einflusse der Nerven abhängen, denn man fand, dass nach Zerschneiden der Nerven eben diese natürliche Spannung aller Theile plötzlich nachlässt. Diese Erscheinung konnte also auch nicht allein von der Function der Nervencylinder ausgehen,

sie musste ihren Grund in den Nervenkörperchen haben; somit kam man zu dem Begriffe eines steten, ununterbrochenen, belebenden, von den Nervenkörperchen der Centralorgane ausgehenden Einflusses auf alle übrige Gebilde und nannte denselben Innervation. Von der Stärke dieser Innervation würde es nun abhängen, ob in den betreffenden Theilen nur der gewöhnliche Tonus stattfindet, oder ob nach den verschiedenen Geweben andere Erscheinungen eintreten. So wird z. B. eine stärkere aber das Normale noch nicht übersteigende Innervation eines Theiles einen grössern Lebensturgor, stärkern Zufluss des Blutes, vermehrte Absonderung und in den Muskeln Contraction hervorrufen; aber eine über das Normale gesteigerte Innervation in allen contractilen Fasern, also auch in den Wänden der Gefässe eine widernatürliche Zusammenziehung hervorbringen, daher der kleine harte Puls in Krämpfen, der verminderte Zufluss des Blutes nach dem befallenen Theile, die Blässe und Kälte desselben und, war es ein Absonderungsorgan, die Hemmung der Absonderung. In Muskeln äussert sich die widernatürlich zu starke Innervation als krampfhafte Zusammenziehung. Sonach kann man annehmen, dass in Bezug auf die Peripherie die Function der grauen Masse des Nervensystems oder der Nervenkörperchen in Erregung und Unterhaltung der Innervation bestehe.

Doch auch in Bezug auf die Vorgänge im Centrum des Nervensystems muss die graue Masse von besonderer Wichtigkeit sein. Wir sehen nämlich, dass auf gewisse Eindrücke ohne Wissen und Willen des Individuum, selbst bei decapitirten Fröschen, zweckmässige Bewegungen erfolgen. In einem solchen Falle muss sich also der Reiz, den ein Empfindungsnerv empfing, auf einen Bewegungsnerven übergetragen haben. Forschen wir nun nach, wo diese Uebertragung, Reflexion, wohl geschehen möge, so finden wir, dass allemal graue Substanz dabei concurrirt, sei es in grössern Anhäufungen von Ganglien, oder sei es im Rückenmarke oder im Gehirne. Henle hat die interessante und wichtige Beobachtung gemacht, die ich an Hunden, Caninchen und Pferden bestätigt gefunden habe, dass ein frisches Stück Darm, dicht am Mesenterium abgeschnitten und an einer Stelle mecha-

nisch oder chemisch gereizt, sich nur an der gereizten Stelle ringförmig zusammenzieht; ist dagegen mit dem Darme zugleich das Mesenterium mit den darin enthaltenen Nerven und Ganglien aus der Bauchhöhle genommen, so erfolgt auf Reizung einer Stelle des Darmes nicht eine ringförmige Zusammenschnürung, sondern die Zusammenziehung kriecht gleichsam über eine grössere Strecke des Darmes fort; sind dagegen die Nerven des Darmes noch mit den Centralorganen verbunden, so schleicht die Bewegung über den ganzen Darmkanal fort. Hieraus scheint doch hervorzugehen, dass der gereizte Zustand eines Empfindungsnerven sich innerhalb der Ganglien oder der Centralorgane auf Bewegungsnerven überträgt. Da dieses Uebertragen nur da geschieht, wo Nervenkörperchen angehäuft sind, so muss man wohl glauben, dass sie diese Reflexion vermitteln. Dazu kommen nun noch die Versuche Volkmann's und van Deen's, aus denen hervorzugehen scheint, dass die graue Masse des Rückenmarks, nachdem die seitlichen weissen Stränge rechts und links an verschiedenen Stellen zerschnitten sind (bei Fröschen), alle heftige Eindrücke central, so wie bei gewaltsamer Intention den Eindruck des Willens peripherisch leiten kann. Ist sie aber im Stande, in entgegengesetzter Richtung, d. i. peripherisch und central, unter besondern Verhältnissen die Innervation zu leiten, so muss man nach Obigem auch glauben, dass sie das normale Uebertragen eines Reizes von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven, oder die Reflexion, die reflectirten Nervenströmungen vermittele.

Ob und inwiefern die graue Masse die von den Sinnesnerven zugeleiteten Eindrücke aufnimmt, zu sinnlichen Vorstellungen verarbeitet und der höhern geistigen Thätigkeit als Material überliefert, ist durch Versuche und Erfahrungen nicht zu ermitteln, jedoch ist es wohl glaublich, denn auch die eigentlichen Sinnesnerven hängen im Gehirne, ehe sie sich im Centrum desselben unter den übrigen Fasern verlieren, mit grauer Masse zusammen, der Sehnerv mit der grauen Masse im Thalamus, der Gehörnerv auf dem Boden des dritten Ventrikels, ebenso der Riechnerv an seinen sogenannten drei Wurzeln. Diese Vermischung der Cylinder der Sinnesnerven kann nicht ohne Zweck sein, und wel-

cher Zweck könnte es anders sein, als ein Aufnehmen und Verarbeiten des Eindruckes, welchen der Sinnesnerv empfangen hatte. Kann doch bei sehr lebhaften subjectiven Vorstellungen der Sinnesnerv so angeregt werden, dass wir das betreffende Bild wirklich zu sehen, den Ton zu hören glauben, welche Aufregung doch auch nur von der den Nervencylindern angehörigen grauen Masse ausgehen kann. Hierher gehören auch die sogenannten Schlummerbilder.

Haben wir so gesehen, welchen wichtigen Einfluss die graue Substanz auf die peripherische Thätigkeit des Nervensystems, auf natürlichen Turgor, Tonus, Empfindung, Reaction und Bewegung, so wie auf die centrale Thätigkeit, auf Reflexion der Empfindung zur Bewegung, so wie wahrscheinlich auch auf die Verarbeitung der Sinneseindrücke zu sinnlichen Vorstellungen und subjectiven Sinneserscheinungen ausübt, so ist nun noch zu untersuchen, welchen Einfluss die graue Masse auf die zwischen Centrum und Peripherie gelegenen Nervencylinder selbst ausübt. Wir haben aber schon fremde und eigne Erfahrungen angeführt, aus denen hervorgeht, dass der Primitivcylinder nach seiner Trennung von den Centralorganen zusammenfällt, seinen markigen Inhalt verliert, atrophisch wird, nach der Wiedervereinigung mit den Centralorganen aber auch wieder seine frühere Völle erlangt, indem er seinen markigen Inhalt wieder erzeugt. Der Grund dieser Erscheinungen kann ein doppelter sein: 1) der Nerv wird atrophisch, weil er nicht functionirt, wie jeder Theil, dessen Function gehindert ist; dann würde die graue Masse nur einen belebenden Reiz ausüben, nicht aber etwas Nährendes, Materielles an denselben abgeben; 2) der Nerv wird atrophisch, weil ihm ein von der grauen Masse ausgehender Stoff entzogen ist; dann würde also die Ernährung des Cylinders, besonders die Integrität seines Inhaltes direct von den Nervenkörperchen abhängig sein. Betrachtet man die graue Masse genauer, bedenkt man besonders, dass sie ganz und gar aus zellenähnlichen Körperchen besteht, in den Zellen aber ein ausserordentlich rascher Umsatz des Stoffes stattfindet, die graue Masse des Gehirns verhältnissmässig ungeheuer viel Blut bekommt, folglich in ihr wirklich auch ein sehr lebhafter Umsatz stattfinden muss, so fragt es sich nur,

ob es wahrscheinlicher sei, dass dieser Stoffwechsel lediglich und ausschliesslich der grauen Masse zur Bildung und Unterhaltung diene, oder ob von der grauen Masse irgend ein materieller Stoff bereitet und den Cylindern zugeführt werde. Mir scheint das Letztere glaublich, ohne damit sagen zu wollen, dass nicht auch ein belebender Reiz stets von der grauen Masse auf die Cylinder übergehe. Die Veränderung der Nerven nach der Durchschneidung, ihre Wiederbelebung nach der Wiedervereinigung mit dem Centrum, ihr unmittelbarer Zusammenhang mit den keulenförmigen Körperchen in den Ganglien, die Zellennatur der Nervenkörperchen überhaupt, die grosse Menge des der grauen Masse zugeführten Blutes scheinen mir für die Bildung eines materiellen Stoffes in den Nervenkörperchen zu sprechen, der dann in die Nervencylinder übergeführt wird, so dass also die keulenförmigen Nervenkörperchen, gleich Drüsenkörnern, aus dem Plasma des Blutes den Primitivcylindern ein zu ihrer Function nöthiges Fluidum bereiten, welches aber nicht, wie das Blut in den Gefässen, in den Nerven circulirt, wozu es offenbar zu consistent ist und die Cylinder zu eng sind, sondern den Cylinder ausfüllt, so dass das Verbrauchte stets durch neuen Zufluss ersetzt wird.

Da wir verschiedene Arten von zellenähnlichen Körperchen in der grauen Masse des Nervensystems kennen gelernt haben, so ist die Frage sehr nahe gelegt, ob mit der verschiedenen Form nicht auch eine verschiedene Function verbunden sei; doch diese festzustellen sind wir in unserer Kenntniss von dem Leben des Nervensystems noch lange nicht weit genug vorgedrungen und nur einige entfernte Andeutungen dürfte man auszusprechen wagen. Den keulenförmigen Nervenkörperchen würde man, wie eben ausgesprochen, die Bereitung eines materiellen Stoffes für die Nervencylinder zuschreiben, und da sie allemal nur mit einem Cylinder zusammenhängen, so würde man weniger vermuthen können, dass sie die Reflexfunction vermitteln, vielmehr dürften dazu die vielfach gestielten Nervenkörperchen geeigneter erscheinen, da diese eben durch ihre zackige Gestalt eine Thätigkeit in verschiedenen Richtungen anzudeuten scheinen; doch fehlt es, um etwas Bestimmteres von ihnen aussagen zu können, noch

an einer bestimmten anatomischen Basis, wir kennen die räumlichen Beziehungen dieser Körper zu den Nervencylindern noch gar nicht.

Nach dem Gesagten wird nur noch wenig über die Function der Ganglien beizufügen sein. Fragen wir nun zuerst die Erfahrung, so belehrt uns besonders der von Henle angegebene und von uns, wie oben schon bemerkt, nachgemachte Versuch über die peristaltische Bewegung des Darmkanals im vollen Zusammenhange mit den Centralorganen, oder im alleinigen Zusammenhange mit den Ganglien des Gekröses, oder auch nach vollbrachter Trennung von diesen, dass der gereizte Zustand eines oder einiger Nervencylinder sich innerhalb der Ganglien auf Bewegungsnerven reflectirt, dass derselbe aber auch, nur in grösserem Umfange, in grösserer Ausdehnung in den Centralorganen geschieht. Die Ganglien vollbringen also im Kleinen, was Rückenmark und Gehirn im Grossen für den ganzen Körper thun; sie sind Punkte, in denen gewisse Nerven mit einiger Hemmung ihrer centralen oder peripherischen Leitung mit einander in nähern Rapport treten, so dass der Zustand des einen dem andern mitgetheilt werden kann. Damit hängt denn auch eine gewisse Isolirung und Selbstständigkeit der mit Ganglien versehenen Nerven von dem Gehirne und Rückenmarke zusammen. Der Reiz, der sich in den Ganglien auf mehrere andere Nerven überträgt, kann nicht mehr mit gleicher Kraft und Stärke zu den Centralorganen geleitet werden, so wie auch eine centrifugal gehende Anregung in den Ganglien sich verwischen, gleichsam verschwimmen muss. Daher kommt es denn, dass gewöhnliche Reize und Vorgänge wie von einer niedern Instanz schon durch die Ganglien abgethan werden und dass der etwa noch über die Ganglien hinausgehende Reizungszustand zum Rückenmarke kommt und dort wieder reflectirt wird, also gar nicht zu unserm Bewusstsein kommen kann. Ist aber der Reiz ein ungewöhnlicher, stärkerer, so wird er über die Ganglien hinaus bis in das Rückenmark, ja bis zum Gehirne geleitet werden. Die Folge davon ist nicht allein eine stärkere Reaction (weil eben ein ungewöhnlicher Reiz von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven reflectirt wird), die sich, um beim Darmkanale stehen zu bleiben, in stär-

kerer peristaltischer Bewegung, stärkerer Schleimabsonderung (Diarrhöe) u. s. w. ausspricht, wodurch eben der ungewöhnliche Reiz entfernt wird, sondern der Reiz wird auch bis zum Gehirne fortgeleitet, der Schmerz oder ein dunkles unbehagliches Gefühl kommt zum Bewusstsein. Wenn wir das Nervensystem mit dem Gefässsysteme vergleichen dürfen, so würde das Gehirn dem Herzen analog sein; von ihm gehen die Hauptinnervationen aus, in ihm kommen alle Eindrücke zusammen; die Ganglien würden dagegen den accessorischen Herzen, die wir bei manchen Fischen (*Amphioxus*, *Muraena*, *Muraenophis*, *Torpedo*) finden, zu vergleichen sein; sie functioniren im kleinen, engen Kreise, erlangen aber ein um so grösseres Gewicht, eine um so bedeutendere Selbstständigkeit, je weniger das Gehirn ausgebildet ist, je mehr dieses selbst noch den Charakter der einfachen Ganglien trägt. Hieraus ist auch die Selbstständigkeit des Sympathicus zu erklären. Die Selbstständigkeit der beim Menschen dem Gehirne untergeordneten Theile des Nervensystems ist aber um so grösser, je niedriger das Thier ist, je weniger das Nervensystem in einem stärker entwickelten Gehirne einen Centralpunkt gefunden hat, von dem aus die übrigen Provinzen des Nervensystems beherrscht werden. So war es denn auch möglich, dass Frösche bei zerstörtem Hirn- und Rückenmarke aber erhaltener *Medulla oblongata* mehrere Tage leben und selbst die vegetativen Functionen noch fortgehen konnten. Bidder[1]).

Function der Nervenprimitivcylinder. Schon öfter ist gesagt und sind die Gründe dafür angeführt worden, dass die Nervencylinder hauptsächlich Eindrücke der Aussenwelt von der Peripherie nach dem Centrum leiten, nicht weniger aber auch die darauf folgende Reactionsthätigkeit als stärkere Innervation von dem Centrum nach der Peripherie führen. Behalten wir nun dabei im Gedächtnisse, dass nicht alle Eindrücke bis zum Gehirne gehen müssen, sondern dass sie unter bestimmten, schon aus einander gesetzten Verhältnissen auch in den Ganglien oder dem Rückenmarke ihren centralen Punkt finden können, dass ferner nicht jede centrifugale Strömung oder Anregung von dem Gehirne

1) Bidder, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 359.

ausgehen müsse, sondern als reflectirter Reiz auch von den Ganglien kommen könne, dass ferner die auf eine solche centrifugale Anregung folgende Reaction nicht etwa bloss in willkührlicher oder unwillkührlicher Muskelbewegung bestehen müsse, sondern überhaupt in stärkerer Anregung, Bethätigung der Function der betreffenden Theile, als in stärkerem Blutzuflusse, stärkerer Absonderung u. s. w., bestehen könne, alle Reactionen aber nicht ohne Bewegung einer Flüssigkeit oder eines festen Theiles gedacht werden können, so darf man, um dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zu folgen, centripetal leitende Nerven Empfindungsnerven und centrifugal leitende Bewegungsnerven nennen, und nur in dieser weitern Bedeutung werden die Worte hier ferner gebraucht werden.

Fragen wir nun zuerst darnach, ob die Nervencylinder, welche diese beiden Richtungen der Nerventhätigkeit, die centripetale und centrifugale, leiten, von einander verschieden sind, so muss mit Nein geantwortet werden, denn obgleich nicht geleugnet werden kann, dass die Empfindungsnerven im Allgemeinen, besonders aber die höhern Sinnesnerven feinere Primitivcylinder haben als die bewegenden Nerven (z. B. im Opticus ist ein Durchmesser von 0,0018''' schon selten und die zur Haut des Rückens gehenden Nerven haben nur 0,0015''' Durchmesser [Henle], auch die hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven messen 0,0017 bis 0,0070''', die vordern dagegen 0,0030 bis 0,0080'''), so kann bei der völligen Gleichheit der übrigen Structur und den grossen Schwankungen dieser Maase darauf keine Eintheilung gegründet werden. Ueber die Werthe dieser Messungen hat sich zwischen Volkmann mit Bidder[1]) einerseits und Valentin[2]) andererseits eine Controverse entwickelt.

Die geschichtliche Entwickelung des Lehrsatzes, dass die hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven der Empfindung, die vordern der Bewegung dienen, mag im Folgenden kurz angedeutet sein.

---

1) Bidder und Volkmann, Die Selbstständigkeit des sympathischen Nerven. Leipzig 1842. Volkmann, Ueber Nervenfasern und deren Messung, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 9. — 2) Valentin, im Repert. VIII. 96 seq.

Charles Bell[1]) sprach diesen Satz zuerst in einer nur für seine Freunde gedruckten Abhandlung aus; Magendie[2]) befestigte später dieses Gesetz durch beweisende Experimente, während Béclard's[3]) Versuche zwar bestätigend ausfielen, aber nicht sorgfältig und umsichtig genug angestellt waren. In Deutschland ging Schöps[4]) zuerst an eine sorgfältige Prüfung dieses Gegenstandes und seine Versuche fielen ebenfalls bestätigend aus. Da man bis jetzt an warmblütigen und intelligentern Säugethieren operirt hatte, so waren die Resultate der Versuche durch den zeitigen Tod der Thiere, so wie durch den Ausdruck der Furcht und Angst sehr getrübt, bis J. Müller[5]) die glückliche Idee fasste, dergleichen Versuche an zählebigen und weniger intelligenten Thiere anzustellen; er wählte dazu den überall vorhandenen Frosch, nachdem auch er an Säugethieren lange vergeblich nach sichern Resultaten gestrebt hatte. Er überzeugte sich nun, dass auf mechanische oder galvanische Reizung der hintern (obern) Wurzeln der Rückenmarksnerven auch nie die geringste Spur einer Zuckung erfòlge, während galvanische oder mechanische Reizung der vordern Wurzel sogleich die heftigsten Zuckungen in den betreffenden Muskeln hervorruft. Mechanische, chemische oder galvanische Reize der verschiedenen gleichgelegenen Nervenwurzeln geben stets dasselbe Resultat, nur darf der galvanische Strom nicht so stark sein, dass er auf andere Nerven überspringt und dadurch die Reinheit des Resultates trübt. Seitdem ist die Richtigkeit des Bell'schen Lehrsatzes durch die von Kürschner[6]), Engelhardt[7]), Dupré[8]), Longet[9]) u. A. angestellten Versuche nur immer mehr und mehr

---

1) *Charles Bell, An idea of a new anatomy of the brain submitted for the observations of the authors freinds.* 1811. — 2) *Desmoulin et Magendie, Anatomie et physiologie des systèmes nerveux. Paris* 1825. — 3) *Béclard, Eléments d'anat. générale. Paris* 1823. *p.* 668. — 4) Schöps, in Meckel's Archiv. 1827. — 5) Joh. Müller, Physiologie. I. 627 seq. — 6) Kürschner, in J. Müller's Archiv. 1841. p. 115. — 7) Engelhardt, daselbst, p. 206. — 8) *Dupré, Arch. général.* 1840. *Fbr.* 251. — 9) *Longet, Gazette méd.* 47. *p.* 749. u. *Récherches expérimentales et pathologiques sur les propriètés et les fonctions des faisceaux de la moelle épinière etc. Paris* 1841.

erhärtet worden. Durch die Untersuchungen Kürschner's, van Deen's[1]), Remak's[2]), Arnold's[3]), Pappenheim's[4]) u. A. ist es auch zu ziemlicher Gewissheit erhoben, dass die Stränge des Rückenmarks, in welche die Nerven eintreten, die Natur der von ihnen aufgenommenen Nervenwurzeln beibehalten, dass also die hintern Stränge die sensiblen, die vordern Stränge die motorischen Nervencylinder enthalten.

Von der Empfindung oder dem Gefühle. Wir bekommen von jeder Veränderung des Zustandes eines mit Nerven versehenen Theiles sogleich Nachricht und bezeichnen diese Wahrnehmung als Empfindung oder Gefühl und nennen daher auch die diese Wahrnehmung vermittelnden Nerven Gefühlsnerven. Da nun im Laufe der Nerven nirgends Enden der Primitivcylinder gefunden werden, so ist allgemein angenommen, dass ein jeder solcher Faden ununterbrochen und unverändert von der Peripherie bis zu den Centralorganen fortgehe und daraus ist denn nun wieder der Schluss zu ziehen, dass jeder Punkt des Körpers, der mit Gefühlsnerven zusammenhängt, durch die centralen Enden der in diesen Nerven enthaltenen Primitivcylinder im Gehirne gleichsam repräsentirt sei. Nur dadurch ist es möglich, dass das Bewusstsein genaue Nachricht von dem Orte empfängt, wo eine Veränderung des Zustandes vorgegangen ist. Es wird daher von der Menge der in einem Theile sich ausbreitenden Nervencylinder abhängen, ob das Gefühl in demselben schärfer oder stumpfer ist, ob also Berührung zweier Punkte in grösserer oder kleinerer Entfernung von einander wirklich als zwei Punkte oder nur als ein Punkt empfunden werden kann. Die über diesen Gegenstand zuerst gemachten Erfahrungen sind von E. H. Weber[5]). Derselbe berührte mit den mehr oder weniger entfernten Füssen eines Zirkels ver-

---

1) *van Deen*, *Traités et couvertes sur la physiologie de la moelle épinière. Leyde* 1841. — 2) Remak, in J. Müller's Archiv. 1836. p. 159. — 3) *Arnold*, *Tab. anatomicae, fasc. I. tab. 9. fig.* 1. 2. 3. Bemerkungen über den Bau des Gehirns und Rückenmarks. Zürich 1838. p. 13. — 4) Pappenheim, Zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande. Breslau 1838. p. 122. — 5) *E. H. Weber*, *Annotat. anatomicae et physiologicae.* 44 *seq.*

schiedene Hautstellen, schloss aber dabei die Berichtigung des Gefühls durch die Augen aus. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Resultate, indem sie die Entfernung der Schenkel des Zirkels angiebt, welche nöthig war, um die berührten Punkte wirklich als zwei und nicht als einen einzigen zu empfinden.

Zungenspitze	½‴.
Volarfläche des dritten Fingergliedes	1.
Rothe Oberfläche der Lippen	2.
Volarfläche des zweiten Fingergliedes	2.
Dorsalfläche des dritten Fingergliedes	3.
Nasenspitze	3.
Zungenrücken, ein Zoll von der Spitze	4.
Nicht rother Theil der Lippen	4.
Rand der Zunge, ein Zoll von der Spitze	4.
Spitze der grossen Zehe	5.
Darsalfläche des zweiten Fingergliedes	5.
Volarfläche der Hand	5.
Wangenhaut	5.
Aeussere Oberfläche der Augenlieder	5.
Schleimhaut des harten Gaumens	6.
Haut über dem vordern Theile des Jochbogens	7.
Plantarfläche des Mittelfusses der grossen Zehe	7.
Dorsalfläche des ersten Fingergliedes	7.
Dorsalfläche der Mittelhand über dem *caput oss. metacarpi*	8.
Schleimhaut am Zahnfleische	9.
Haut hinter dem Jochbogen	10.
Unterer Theil der Stirn	10.
Unterer Theil des Hinterhauptes	12.
Handrücken	14.
Hals unter dem Unterkiefer	15.
Scheitel	15.
Haut auf der Kniescheibe	16.
Haut über dem Heiligenbeine	18.
Haut über dem Acromion	18.
Haut am Gesässe	18.
Haut am Vorderarme	18.

Unterschenkel am Knie und Fusse	18‴.
Am Fussrücken in der Nähe der Zehen	18.
Auf dem Brustbeine	20.
Am Rückgrate in der Nähe der fünf obern Rückenwirbel	24.
Am Rückgrate unter dem Hinterhaupte	24.
Am Rückgrate in der Lendengegend	24.
Am Rückgrate in der Mitte des Halses	30.
Am Rückgrate in der Mitte des Rückens	30.
In der Mitte des Armes	30.
In der Mitte des Schenkels	30.

Eine ähnliche Tabelle mit den Angaben der Feinheit des Gefühls der entsprechenden Hautstellen bei verschiedenen Personen giebt Valentin[1]), aus welcher hervorgeht, 1) dass bei verschiedenen Menschen an einer und derselben Hautstelle das Gefühl sehr verschieden fein sein und in dem Einen das Doppelte des Andern betragen kann, 2) dass das Gefühl an der Zungenspitze das feinste, 0,5‴ sei, 3) dass die Theile, deren Kitzel mit Wollustgefühl verbunden ist, zwar auch gegen Schmerzen sehr empfindlich sind, aber ein stumpfes Tastgefühl haben, 4) dass, obgleich die entsprechenden Theile der obern und untern Gliedmassen sich in der Feinheit des Gefühls ziemlich gleichstehen, doch die obern Gliedmassen die untern an Feinheit des Gefühls übertreffen. Die Feinheit des Gefühls hängt aber nicht allein von der Menge der Nervenschlingen, sondern gewiss auch von der Art der Ausbreitung ab, wie die Knäuel der Tastnerven und das stumpfe Tastgefühl an der nervenreichen und übrigens sehr empfindlichen *Corona penis* zu beweisen scheinen; nicht weniger aber mag auch die feinere Textur und Beschaffenheit der betreffenden Hautstelle von Einfluss sein.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieser gleichsam telegraphischen Depeschen von der Peripherie wird aber dadurch etwas gestört, dass der Eindruck, den der Nerv nicht am peripherischen Ende, sondern in dem mittlern Theile seines Laufes von dem Austritte aus dem Centralorgane bis gegen das peripherische Ende em-

1) *Valentin, De functionibus nervor.* 18.

pfängt, als wirklich aus diesem letztern empfangen, empfunden wird, daher bei localen Leiden des Rückenmarks oder eines Nervenstammes oder Astes der Schmerz da empfunden wird, wo die peripherische Ausbreitung des leidenden Nerven ist. Aus dem Gesagten geht auch ganz einfach hervor, dass bei Zerschneidung eines Nerven alle Theile, welche unterhalb des Schnittes von dem Stamme ihre Fäden erhalten, des Gefühls beraubt werden müssen, weil die Fortleitung des empfangenen Eindruckes nicht mehr möglich ist, und später erleidet das peripherische Ende noch eine solche oben bei der Regeneration der Nerven angegebene Veränderung, dass auch die Aufnahme eines Eindruckes nicht mehr möglich sein kann. Aus dem Gesagten lässt sich auch erklären, warum Amputirte oft viele Jahre oder auch bis zum Tode in dem längst entfernten Gliede noch Schmerzen empfinden können, denn in einem solchen Falle sind die Primitivcylinder, welche früher zu dem amputirten Gliede gingen, afficirt; da sie nun immer noch in den Centralorganen dasselbe repräsentiren, so werden alle Eindrücke als von dem normalen peripherischen Ende kommend wahrgenommen.

Wenn der peripherische Verlauf eines Nerven künstlich verändert wird, so entsteht dennoch, wenn derselbe afficirt wird, im Bewusstsein das Gefühl, als ob der Nerv noch an seiner frühern Stelle läge, weil ursprünglich nicht die neue Lage, sondern die frühere normale Endigungsstelle der Nervencylinder im Gehirne repräsentirt ist. Beweisende Beispiele gewähren solche Personen, an denen die Verpflanzung eines Hautlappen vorgenommen worden ist. Geschah dieses nun von der Stirn auf die Nase, so wird der Kranke, so lange die verbindende Brücke besteht, die in dem Lappen vorkommende Affection nicht auf der Nase, sondern auf der Stirn empfinden.

Mitempfindung, Nervenconsensus. Von einem einzelnen beschränkten Punkte kann eine Reizung, eine Empfindung sich von den getroffenen Nerven auf benachbarte Nerven fortpflanzen, oder sie kann bis zu den Ganglien oder Centralorganen aufsteigen und dort auf viele andere Nerven übergehen, dadurch aber die ausgebreitetsten Mitempfindungen veranlassen. Als Bei-

spiel, in dem sich die Empfindung von einem Nerven auf benachbarte übergetragen hat, dient Zahnschmerz, der, ursprünglich nur einen *Ramus alveolaris* afficirend, bald die ganze Seite ergreift; ein Fontanell in die unmittelbare Nähe des *Nervus peroneus* angebracht, erregte nicht allein nach dem abwärts gehenden Laufe dieses Nerven die heftigsten Schmerzen, sondern diese verbreiteten sich auch nach aufwärts über einen grossen Theil des Schenkels. In diesen Fällen giebt die Lage der Nerven die Gelegenheit, dass sich die Affection des einen Nerven auf den andern fortpflanzt. Hierher, vielleicht aber auch zu den folgenden Formen, gehört das Jucken und der Schmerz der Steinkranken in der Eichel. Bekannte Beispiele, welche darauf beruhen, dass eine Empfindung, bis zu den Centralorganen fortgepflanzt, sich auf viele andere Nerven überträgt, sind folgende: das Gefühl von Kälte und Schaudern der ganzen Haut, welches empfunden wird, wenn wir den scharfen durchdringenden Ton hören, welcher entsteht, wenn wir mit einem spitzen harten Instrumente über Glas hinfahren, oder den Ton, welcher wahrgenommen wird, wenn Saffianleder gerieben, geknittert wird. In Krankheiten treten dergleichen Beispiele sehr häufig auf, besonders bei Nervenleiden, so z. B. bei den Unterleibsleiden der Hysterischen der Kopfschmerz, *Clavus hystericus*, der Gesichts- und Zahnschmerz, die eigenthümlichen Empfindungen im Schlunde, *Globus hystericus*. Aehnliche Erscheinungen werden bei Hypochondristen bemerkt. Bei Onanisten treten nach Reizungen der Geschlechtsnerven beschwerliche Empfindungen im Nacken, Drücken in den Augen, Aufblähungen des Unterleibes auf, und ein mir bekannter Onanist hatte nach jeder Schwächung empfindliche Schmerzen in den Schienbeinen. Ob die Schmerzen hierher zu rechnen sind, welche bei manchen Leiden der Centralorgane in peripherischen Nervenausbreitungen empfunden werden, ist schwer zu entscheiden; denn eine bis zu den Centralorganen fortgepflanzte Empfindung kann dort doch nur auf die daselbst unmittelbar neben den primär gereizten Nerven liegenden Nerven sich fortpflanzen, folglich käme es darauf an, zu untersuchen, ob die Wurzelfasern der schmerzhaften Nerven selbst, oder die neben denselben in den Centralorganen gelegenen Gebilde das primär Ergriffene seien

oder nicht; eine Untersuchung, die sehr schwierig und doch von geringem Nutzen sein würde. Wäre die Wurzel der betroffenen Nerven selbst unmittelbar und primär ergriffen, so beruhte die ganze Erscheinung nur darauf, dass das Bewusstsein die ihm durch einen Nerven zugeführte Empfindung stets auf das peripherische Ende dieses Nerven überträgt. Hierher gehörige Beispiele würden sein: die Schmerzen im Nacken und Rücken, welche oft die *Chorea cerebralis* begleiten, viele Gesichtsschmerzen, die ihren Grund in den Centralorganen selbst haben.

Der Nervenconsensus beruht also durchaus auf der Lage und dem Zusammenhange der Nerven ausserhalb und innerhalb der Centralorgane*), durch welche die Affectionen des einen sich auf den andern oder auf mehrere andere übertragen. Dieses Uebertragen hat man auch Irradiation genannt.

Die Bewegung. Alle Bewegung der organischen Fasern, wo sie nicht von physikalischen Verhältnissen abhängt, wird durch die bewegenden Fasern des Nervensystems veranlasst. Dass sich der Nerv nicht selbst bewegt, sondern nur die Veranlassung zur Bewegung, den Reiz auf die sich bewegenden Gewebe überträgt und dadurch die Reaction bewirkt, ist allgemein bekannt. Bei diesem Uebertragen des Reizes auf die bewegenden Gewebe finden ähnliche Gesetze Statt wie bei den Empfindungsnerven. Da die Primitivcylinder der bewegenden Nerven ebenfalls auch ungetheilt, unverändert und ohne Anastomosen von den Centralorganen nach der Peripherie gehen, so wird auf diesem Wege der Reiz von den Centralorganen auf jeden beliebigen Punkt der Peripherie durch die Wahl der entsprechenden Primitivfasern übergetragen werden können. Aus diesem ungetheilten Verlaufe und der unveränderten Beschaffenheit der ganzen Fasern geht hervor, dass jeder Theil der Faser auch die ganze Kraft enthalten müsse, und hieraus muss man die Erfahrung erklären, dass ein dem Bewegungsnerven an irgend einer Stelle seines Laufes zugefügter Reiz sich nach der Peripherie fortleitet und dort die von ihm gleichsam beherrschten

*) Ueber diese Verhältnisse haben besonders Aufschluss ertheilt: Henle, Patholog. Untersuchungen. Berlin 1840. p. 80 seq. Stilling, Ueber Spinalirritation. 38 seq.

Fasern zur Contraction veranlasst. Wird nun von einem noch lebenden oder soeben erst gestorbenen und noch reizbaren Thiere ein Nerv entblöst und mechanisch oder chemisch gereizt, so werden alle Muskeln, welche unterhalb der gereizten Stelle Zweige von diesem Nerven erhalten, sich augenblicklich contrahiren, während die Muskeln, welche ihre Nerven aus den zwischen der gereizten Stelle und den Centralorganen gelegenen Theilen erhalten, unbewegt bleiben. Wendet man, um zu reizen, Galvanismus an, so darf man nur mit schwachen Strömen experimentiren, denn starke Ströme verbreiten sich an dem Nerven, als einem feuchten Leiter, nach aufwärts und reizen auch die höher gelegenen Zweige und die von ihnen versorgten contractilen Gewebe.

Wird irgendwo die Continuität des Nerven durch Zerschneiden unterbrochen, so ist natürlich auch das Uebertragen des Reizes von dem Centrum nach der Peripherie aufgehoben. Wird ein zerschnittener Nerv oberhalb des Schnittes gereizt, so erfolgt, wenn er reiner Bewegungsnerv ist, weder Schmerzempfindung noch Bewegung, denn in centraler Richtung kann ein Bewegungsnerv nicht leiten und in peripherischer Richtung ist die Bahn unterbrochen. Ist der durchgeschnittene Nerv aber ein gemischter, so wird auf Reizung des centralen Theiles nicht allein Schmerz, sondern durch Reflexion auch sehr oft Bewegung erfolgen, aber nicht in den unter dem Schnitte gelegenen, sondern in andern, vielleicht selbst entfernten Theilen.

Aus dem isolirten Verlaufe der Primitivcylinder muss es auch erklärt werden, dass, wenn von einem Nervenstamme nur ein Theil, nur eine Seite oder nur ein kleiner Punkt gereizt wird, auch nur der Muskel oder ein Theil eines Muskels, welcher die vom Reize getroffenen Primitivcylinder erhält, Erschütterungen oder Zuckungen zeigt. Es ist also, als ob man einen feinen nur aus wenig Primitivcylindern bestehenden Faden gereizt hätte, der sich in einen grössern oder kleinern Muskel einsenkt, denn innerhalb eines Muskels erfolgt die Erschütterung auch nur so weit, als die eben gereizten Nervencylinder sich erstrecken.

Da auf diese Weise jeder Primitivcylinder isolirt den von ihm beherrschten Theil eines Muskels zur Zusammenziehung anregt, fast jeder Muskel (vielleicht nur mit Ausnahme der kleinen Gehörmuskeln) aber mehrere, die meisten aber sehr viele Primitivcylinder empfangen, die Cylinder aber gleichzeitig und harmonisch auf den Muskel wirken, so dürfte daraus der Schluss zu ziehen sein, dass diese Fasern in den Centralorganen in einer bestimmten dem Zwecke der Bewegung entsprechenden Ordnung zu einander liegen und so gleichzeitig zu stärkerer Innervation angeregt werden. Gestört sehen wir diese Harmonie kurz vor dem Tode bei dem Sehnenhüpfen, wo plötzlich einzelne Theile der Streck- und Beugemuskeln sich contrahiren oder ein unregelmässiges Zittern und Wogen in den Muskeln bemerkt wird. Was hier von den Nervencylindern grösserer Muskeln gesagt worden ist, gilt auch von den Nerven gewisser Muskelgruppen, die gewöhnlich gemeinschaftlich wirken, wie die Strecker, die Beuger u. s. w., nur besitzt hier jeder Muskel immer noch eine gewisse Selbstständigkeit seiner Bewegung, so dass er sich auch allein ohne seinen Gehülfen zusammenziehen oder die Gehülfen wechseln kann; so kann z. B. der *Supinator longus* bald als Vorwärtsdreher, bald als Rückwärtsdreher, bald auch als Beuger des Vorderarmes wirken und sich danach auch mit verschiedenen andern Muskeln verbinden. — Die speciellen Betrachtungen einzelner Bewegungen im speciellen Theile.

Theorie der Circulation eines Fluidum in den geschlossenen Nervenschlingen. Aus dem angegebenen anatomischen Verhalten der Primitivfasern, dass sie nämlich unleugbar an der Peripherie Umbiegungsschlingen haben, also dieselbe Faser, welche erst von dem Centrum aus peripherisch verlief, nach gebildeter Endschlinge wieder central verläuft, ferner aus der besonders von J. Müller erkannten Richtung, in welcher die Leitung in den Nerven vor sich geht, dass nämlich die Bewegungsnerven nur peripherisch, die Empfindungsnerven nur central leiten, musste sich sehr bald die Ansicht einer Circulation in den Nervencylindern herausbilden, nämlich in der Art, dass der peripherisch leitende Schenkel einer Nervenschlinge der

Bewegung und der central leitende Schenkel derselben Schlinge der Empfindung diene. Carus[1]), der diese geistreiche Idee zuerst genauer auffasste und mit Consequenz verfolgte, erklärt daraus ganz folgerichtig, dass das Nervensystem in seinen untersten Stufen, bei Seesternen, Seeigeln u. s. w., als Ring erscheinen könne und müsse und verbindet damit eben so nothwendig die Idee einer Strömung in der langen Ellipse der Nervencylinder. So schön diese Theorie ist, indem sie Einheit, Abrundung und Schluss in das Ganze bringt, die Zweckmässigkeit der Form erkennen und die Sache, von einem höhern Punkte betrachtet, fast mit Nothwendigkeit erscheinen lässt, so sind doch mehrere wohl zu beachtende Einwürfe gegen dieselbe erhoben worden (Volkmann).

1) Wir kennen eine Menge Nerven, welche aus ihren Stämmen unmittelbar an die Haut oder in ein Sinnesorgan treten, dort ihre Endschlingen machen, rückläufig werden, sich an denselben Zweig oder Stamm anlegen und so central verlaufen, ohne eine contractile Faser berührt zu haben, die folglich nicht als Bewegungsnerven functioniren können.

2) Nicht weniger kennen wir Muskeläste, welche nur in die Muskeln eintreten, ohne mit der Haut oder einem Sinnesorgane in Berührung zu kommen, die sonach wahrscheinlich nicht als Empfindungsnerven thätig sein können.

3) Wenn der eine Schenkel motorische, der andere sensible Kräfte hat, so ist nicht leicht einzusehen, warum auf Bewegung nicht stets sympathisch Empfindung und auf Empfindung nicht stets Bewegung folgt.

4) Volkmann nimmt zwar eine Art Kreisströmung an, weil seine und Magendie's Experimente gelehrt haben, dass bei Reizung des peripherischen Theiles der zerschnittenen vordern Wurzeln der Rückenmarksnerven noch Schmerz entsteht, also von den vordern Wurzeln durch die peripherische Ausbreitung bis zu den hintern Wurzeln der Reiz geleitet worden ist; doch glaubt er aus diesen Erfahrungen schliessen zu müssen, dass die beiden Schenkel einer Nervenschlinge durchaus gleichartiger Natur seien, ferner weil beim Zerschneiden des bewegenden Schen-

1) Carus, System der Physiologie. III. 59.

kels einer Nervenschlinge die Empfindung nicht aufgehoben wird, obgleich die cyclische Strömung unterbrochen worden ist.

So sehr wir das Gewicht der Volkmann'schen Einwürfe fühlen, so wird dadurch doch noch keineswegs die Theorie von Carus abgewiesen, denn mehrere der Einwürfe lassen sich widerlegen. Nimmermehr können wir die Function eines Theiles gehörig würdigen, wenn wir uns denselben isolirt, aus dem Zusammenhange mit andern Theilen und Geweben herausgerissen denken. Ist es nicht ganz natürlich, dass, wie im Centrum die graue Masse bestimmend und erregend auf die Nerven wirkt, auch an der Peripherie, dort wo diese sich in ihre feinsten Cylinder aufgelöst entfalten und in die Gewebe einsenken, auch diese modificirend auf die Kraftäusserung der Nerven wirken? Das Nervenprincip können wir uns durchaus nicht als etwas Bewegendes oder Empfindendes für sich denken, sondern nur als ein Princip, welches von den Centralorganen des Nervensystems aus den verschiedenen Theilen, Organen und Geweben durch die Nerven zugeführt wird, überall belebend, jedes Gewebe zu der ihm eignen Energie anregend, wirkt. Nur bei dieser Ansicht wird es klar werden, wie die Nerven hier der Bewegung, dort der Empfindung, an einem dritten Orte der Absonderung, überall aber der Bildung und Ernährung dienen können. Findet sich demnach eine solche peripherische Schlinge in einem contractilen Gewebe, sei dieses Muskel, sei es Arterienfaser oder contractiles Bindegewebe, so wird sie bei verstärkter Innervation dieselbe zur Contraction veranlassen; tritt aber ein Nerv in ein Gewebe, welches diese Contractionsfähigkeit nicht hat, so kann er natürlich auch keine Contraction hervorrufen, sondern er wird die diesem Gewebe eigenthümliche Energie anregen und nach Umständen modificiren, daher in einer Drüse die Absonderung nicht allein vermehren, sondern unter besondern Umständen auch qualitativ verändern. Zerschneidung des *Nervus vagus* hebt die Absonderung des Magensaftes auf. Tiedemann und Gmelin[1])

1) Tiedemann und Gmelin, die Verdauung nach Versuchen. I. 340.

zerschnitten diesen Nerv und den Sympathicus am Halse eines Hundes und es wurde im Magen nur Schleim ausgeschieden. Krimer[1]) zerschnitt die zu den Nieren gehenden Nerven und die Harnabsonderung hörte insofern auf, als nicht mehr Harn, sondern eine dem Blutwasser ähnliche, mit Blutfarbestoff gefärbte, keinen Harnstoff enthaltende Flüssigkeit ausgeschieden wurde. Aehnliche Erfolge hat Brachet bei seinen Experimenten gesehen. Bekannt ist auch, dass alle Nervenaffectionen, besonders Krampf, die Beschaffenheit des Harns ändern. Betrachten wir endlich die Nerven der Haut, die gewöhnlich nur als Empfindungsnerven angesprochen werden, so finden wir denselben vielseitigen Einfluss des Nervensystems; besitzt die Haut nicht eine eigne Contractilität, laufen in ihr nicht eine Menge contractiler Gefässe, sind in ihr nicht eine Menge Drüsen, wird sie mit allen in ihr liegenden Geweben nicht stets ernährt? Wollen wir für alle diese Vorgänge besondere Nerven haben? Welchen Einfluss aber die Nerven auf den Tonus der Gefässe und aller übrigen Gewebe ausüben, beweisen die weiter unten anzuführenden Versuche von Günther über die Zerschneidung des *Nerv. dorsalis penis* und die von Magendie u. A. über die Zerschneidung des *Nerv. vagus.* Ist es doch schon seit langer Zeit angenommen, dass die Sinnesnerven nicht ohne einen eigenthümlichen Apparat thätig sein können, und bei den übrigen Nerven soll das Gewebe, in welches sie sich einsenken, von gar keinem Einflusse sein? Sonach dürfte der erste und zweite Einwurf wohl als beseitigt zu betrachten sein.

Den dritten Einwurf betreffend, dass bei einer solchen cyclischen Strömung, wie oben angegeben, auf Empfindung stets Bewegung und auf Bewegung stets Empfindung folgen müsse, so hat Stromeyer[2]) schon darauf aufmerksam gemacht, dass ein solcher Zusammenhang wirklich besteht. Wenn nun aber im gewöhnlichen ruhigen Gange des Lebens auf Bewegung keine bewusste Empfindung erfolgt, so ist hier doch gewiss die Macht

1) Krimer, Physiologische Untersuchungen. Leipzig 1820. p. 16. 7ter Versuch. — 2) *Stromeyer, De combinatione actionis nervorum et motoriorum et sensoriorum sive de sensuum impressionibus musculorum actione effectis commentatio. Erlangae* 1839.

der Gewohnheit zu berücksichtigen, nach welcher wir weit stärkere und von aussen auf den Organismus wirkende Eindrücke unbemerkt an uns vorübergehen lassen (Fingerringe, Ohrgehänge, Brillen u. s. w.); um so leichter werden die durch die stärkere Innervation in beweglichen Geweben erregten Gefühle als ganz gewöhnliche und normale Eindrücke unbemerkt für das Bewusstsein bleiben, ja bleiben müssen, wenn die Aufmerksamkeit, wie doch gewöhnlich, auf ganz andere Gegenstände gerichtet ist. Wenn aber auf Empfindungen, die durch einen absolut oder relativ äussern Reiz veranlasst wurden, keine Bewegung folgt, so ist nur dabei zu bedenken, dass in den Primitivcylindern der Reiz, er treffe den Nerven wo er wolle, nur in einer Richtung fortgeleitet werden kann, ein Reiz aber, welcher Empfindung erregt, kann den Nerven nur an der äussersten Peripherie, an der Endumbiegung oder auf dem Wege von da zu dem Centrum getroffen haben, die Leitung ist aber auch nur in dieser Richtung möglich, denn die Annahme, dass ein solcher Eindruck in anderer als der angegebenen Richtung, also in dem bewegenden Schenkel der Nervenschlinge fortgeleitet werden könne, um irgendwo noch Bewegung zu erregen, widerspricht aller Erfahrung. Es werde z. B. ein Hautnerv der Finger, der Hand oder des Armes afficirt, so wird der Eindruck davon in der empfindenden Seite der Nervenschlinge central geleitet werden und als Gefühl zum Bewusstsein kommen, aber eine Bewegung kann nach der bekannten Richtung der Leitung unmittelbar nicht darauf folgen. Die etwa darauf folgenden Reflexbewegungen haben hiermit aber nichts zu thun. Diese kommen nur unter Vermittelung der grauen Substanz zu Stande, sind also nicht einfaches Uebergehen des Reizes von dem sensiblen zu dem motorischen Schenkel einer Schlinge, sondern das Uebertragen des von den sensitiven Fasern aufgenommenen Reizes durch graue Masse auf bestimmte dem Zwecke entsprechende Bewegungsfasern. Meinen aber die Gegner der Ansicht von Carus, dass eine solche Uebertragung von der empfindenden auf die bewegende Seite der grossen Ellipse der Nervencylinder in den Centralorganen erfolgen müsse, weil dort auch beide Schenkel zusammenhängen sollen, so ist zu bemerken, dass dort ja die graue Masse die Eindrücke aufnehmen

und verarbeiten muss, dieselben sich also nicht wieder bis auf den bewegenden Schenkel fortpflanzen können. Hier herrscht das Bewusstsein und der Wille, oder die unbewusste Reflexion, welche bestimmen, welche Bewegung der Empfindung folgen soll.

Der vierte Einwurf Volkmann's, dass, wenn durch Zerschneiden des bewegenden Schenkels der Schlinge die cyclische Strömung unterbrochen ist, auch die Empfindung in dem andern Schenkel aufgehoben werden müsse, ist allerdings wichtiger und schwerer zu widerlegen; indessen man muss bedenken, dass bei aller eben betrachteten Abhängigkeit der Nerven von den Centralorganen ihnen doch auch eine gewisse Selbstständigkeit, besonders auf eigne Bildung und Ernährung, zukommt, wie wir zum Theil schon bei der Regeneration gesehen haben und noch genauer weiter unten sehen werden. Wenn aber Volkmann sagt, dass das centrale Stück eines zerschnittenen Nerven seine Energie verliere, so widerspricht dem die mikroskopische Untersuchung, so wie die allbekannte Erfahrung Amputirter, an denen die Nervencylinder, welche zu dem amputirten Theile früher gingen, durch das ganze Leben hindurch afficirt werden können und dann das Gefühl von Schmerz in dem längst entfernten Theile veranlassen. So wird sich aber auch an der grossen Nervenellipse, nach Durchschneidung des bewegenden Schenkels, der empfindende Schenkel selbstständig fort ernähren, er wird also auch noch fähig sein, empfangene Eindrücke central zu leiten. Es ist ja nicht nothwendig, dass unter allen Umständen die Strömung von dem Hirne ausgehe. Im Normalzustande wird dieses zwar geschehen, aber bei der Selbstständigkeit der einzelnen Nerven kann sie auch von der Peripherie beginnen, wie die Erfahrung lehrt. Sonach dürfte die Ansicht von Carus über Nervenschlingen und die Function derselben noch keineswegs widerlegt sein, im Gegentheile scheint eine umsichtige Beachtung aller Verhältnisse sehr zu ihren Gunsten zu sprechen.

Mit der Theorie der cyclischen Strömung in den Nerven lässt sich aber auch recht gut vereinigen, dass den Nerven noch andere Functionen als Empfindung und Bewegung übertragen seien, und wir müssen hier nochmals darauf aufmerksam machen, dass die Nerven durchaus zu betrachten sind als Organe, durch welche

allen Theilen und Geweben ein unbekanntes Agens zugeführt wird, welches dieselben zur Ausübung der ihnen eigenthümlichen Function veranlasst.

Was nun zunächst die Ernährung anbetrifft, so lehrt die allgemeine Erfahrung, dass Gliedmassen, deren Nerven durchschnitten oder gelähmt sind, in ihrer Ernährung beeinträchtigt werden. Da nun die Blutgefässe das Material zur Bildung und Ernährung herbeiführen, so müssen wir zuerst sehen, welches Verhältniss zwischen den Gefässen und Nerven besteht. Die Untersuchungen von Purkinje, Valentin[1]), Henle[2]) haben gelehrt, dass auch die feinsten Gefässe noch mit Nerven und zwar mit ächten Primitivcylindern versehen werden; ich selbst sah ein Gefäss der Retina vom Menschen ganz deutlich von einem drei Nervencylinder enthaltenden Faden umwunden. Fäden der Retina konnten es nicht sein, denn sie waren weit stärker, auch waren ja die Elemente der Retina durch Wasser entfernt. Valentin konnte durch Reizung der Ganglien, aus welchen die Aorta ihre Nerven bekommt, beim Pferde langsame aber deutliche Verengerung derselben bewirken. Allbekannt ist der gewaltige Einfluss, den Affecte und Leidenschaften auf die Blutströmung haben. Durch solche Anregungen zu stärkern oder schwächern Innervationen nach den Gefässwänden ist das Herzpochen, der plötzlich gehemmte peripherische Kreislauf, die Blässe und der Collapsus des Gesichtes bei Schreck, Angst zu erklären. Im Gegentheile sehen wir aber auch den peripherischen Kreislauf gesteigert bei Heiterkeit, grosser Freude, heftigem Zorne. Nirgends sehen wir aber den Einfluss der Nerven auf den Blutlauf deutlicher als bei der Erection erectiler Gewebe, wie die Versuche von Günther[3]) darthun, welcher an einem begattungslustigen Hengste die Dorsalnerven des Penis zerschnitt, worauf nicht allein der Penis die Fähigkeit zu erigiren verloren hatte, sondern auch schlaff und fühllos aus dem Schlauche heraushing und sich wegen Erschlaffung aller Gefässwände eine passive Blutstockung ausbildete,

1) Valentin, Verlauf und Enden der Nerven. 71. — 2) Henle, Allg. Anatomie. 511. — 3) Günther (in Hannover), Untersuchungen und Erfahrungen u. s. w. Hannover 1837. 1. Liefr. 64.

welche in Brand überzugehen drohte. Ganz ähnlich verhalten sich nach Magendie[1]) die Gefässe der Lungen nach Durchschneidung des *Nervus vagus*. Die Capillaren waren in beiden Fällen zu todten Schläuchen herabgesunken, welche der Kraft des anströmenden Blutes nicht widerstehen konnten, sich ausdehnten und so allen Blutlauf und Stoffwechsel verhinderten.

Es würden sonach die Nerven in ähnlicher Art auf Gefässwände wirken, wie auf die Muskeln, indem sie dieselben durch directen oder reflectirten Reiz zur Contraction veranlassen, dadurch aber werden sie auch den wichtigsten Einfluss auf das Lumen der Gefässe, auf die Spannung und Dichtigkeit der Gefässwände, dadurch aber wieder auf die Menge des zufliessenden Blutes, so wie auf die Menge und Beschaffenheit des aus dem Blute an die Organe tretenden Plasma ausüben. Einen fernerweitigen Beweis des Einflusses der Nerven auf die Ernährung zeigen die Folgen der Durchschneidung der Nerven. Es schwinden nicht bloss die nun unthätigen Muskeln, sondern auch Fett und Bindegewebe, wovon man sich bei Caninchen leicht überzeugen kann, und mit der Regeneration der Nerven gewinnt auch die Ernährung aller Gewebe des Gliedes einen neuen Anstoss. Astley Cooper[2]) sah nach Durchschneidung beider *nervi vagi* die Umwandlung des Venenblutes in Arterienblut gehemmt und die Lungen von passiver Blutanhäufung überfüllt. Allbekannt ist der Einfluss der Nervenzerschneidung auf Entzündungen; sie werden dadurch unmittelbar beseitigt und die Nervenzerschneidung findet ihre Anwendung besonders bei der Rehe der Pferde.

Nicht weniger deutlich ist der Einfluss der Nerven auf die Ab- und Aussonderungen. Von allbekannter Wichtigkeit sind Gemüthsaffecte und Leidenschaften. Zorn und Aerger regen die Gallen- und oft auch die Speichelabsonderung an und ändern die Milchabsonderung qualitativ um; Sorgen und Kummer, so wie Aerger begünstigen die vermehrte Schleimabsonderung in der Vagina, Ekel und der Anblick guter, besonders wohlriechender Speisen vermehrt die Speichelabsonderung, und so

---

1) *Magendie, Précis élément. d. physiol. II.* 1825. *p.* 355. — 2) *Cooper, Gazette médicale.* 1838. *p.* 102.

liessen sich noch eine Menge Beispiele anführen. Doch fehlt es auch nicht an beweisenden physiologischen Experimenten, z. B. die schon oben bemerkte Zerschneidung der *nn. vagi* von Tiedemann und Gmelin und ihr Einfluss auf die Absonderung des Magensaftes, so wie Krimer's ebenfalls schon angeführte Zerschneidung des *Plexus renalis*. Brachet gelangte zu gleichen Resultaten, und in J. Müller's Versuchen wurde ebenfalls kein Harn abgesondert. Dass diese Absonderungen aber ohne sogenannte sympathische oder vegetative Nervenfasern vor sich gehen können, zeigen mehrere Beispiele; die Thränendrüse und die Speicheldrüsen bekommen ihre Nervenfäden aus dem fünften Hirnnerven, die Brustdrüse die ihrigen aus dem dritten und vierten Brustnerven und sondern ihr Product regelmässig aus.

Von welcher Art der Einfluss der Nerven bei der Ernährung sei, lässt sich nicht sicher bestimmen, doch ist er wahrscheinlich zweierlei, 1) indem die Nerven auf die oben angegebene Art auf die Spannung und Dichtigkeit der Gefässwände und dadurch mittelbar auf die Absonderung wirken*), 2) indem das Nervenagens, gleich der Electricität, als chemische Potenz wirken und Zersetzungen und Verbindungen zu Stande bringen dürfte, die ausserhalb des Organismus unmöglich herzustellen sind. Dafür spricht die Absonderung des sauern Magensaftes, wenn der Magen ganz mechanisch gereizt wird, z. B. durch verschluckte kleine Steinchen, und völlige Aufhebung dieser Absonderung nach Zerschneidung beider *nn. vagi*. Wir sehen also hier, wie überall, die innigste Vereinigung des mechanischen, des chemischen und des dynamischen Momentes zur schönsten Harmonie; das mechanische in der verschiedenen Spannung und Dichtigkeit der Gefässwände,

---

*) Warum wird nach Durchschneidung der Nierennerven der im Blute vorhandene Harnstoff nicht mehr abgesondert? Alle Umstände zusammengenommen kann man auch nicht glauben, dass er zurückgehalten werde; welcher Umstand sollte bei solchem Filtriren des Blutes den Harnstoff zurückhalten? Das Wahrscheinlichste ist daher, dass er mit der durchgesickerten Flüssigkeit wirklich abgehe (Joh. Müller fand in einem Falle Hippursäure), aber bei seiner geringen Menge und bei der Gegenwart von Eiweiss eben so schwer als im Blute aufgefunden werden könne.

das chemische in der Bildung eigenthümlicher Absonderungsstoffe und das dynamische in dem Einflusse der Nerven überhaupt und durch diese der Gemüthsstimmung auf Ernährung und Absonderung.

Bis jetzt haben wir die Nervencylinder nur als Leiter der Nervenkraft betrachtet, allein sie sind auch mit eben so grossen Beschränkungen Motoren dieser Kraft, wie die graue Masse des Rückenmarks bei zerschnittenen Cylindern die Nervenkraft leitet. Folgende Erfahrungen sprechen dafür:

1) Sobald nach Zerschneidung eines Nerven das peripherische Stück sich zu regeneriren beginnt, erzeugen die Nervencylinder den ihnen eigenthümlichen Inhalt wieder und zwar schon zu einer Zeit, wo von einer Zuleitung aus den Centralorganen durch die Narbe noch nicht die Rede sein kann.

2) Jeder von den Centralorganen getrennte Nerv behält seine Energie noch einige Zeit, nach eignen Beobachtungen an Caninchen 6 bis 8 Tage.

3) Vom Körper ganz getrennte Froschschenkel, welche durch öfteres Galvanisiren erschöpft sind und keine Contraction der Muskeln mehr hervorrufen, erlangen diese Fähigkeit wieder durch einige Zeit Ruhe.

Das in den Nerven Wirksame wird also unstreitig hauptsächlich in den Centralorganen erzeugt, doch tragen auch die Nervencylinder etwas zu seiner Bildung bei; es strömt in bestimmter, in den einzelnen Cylindern sich stets gleich bleibender Richtung von dem Centrum nach der Peripherie und von dieser nach dem Centrum; es ist das Belebende, welches alles und jedes Gewebe, welches überhaupt Nerven enthält, in der ihm eignen Energie und Spannung erhält, durch stärkeres Zuströmen (Innervation) aber dasselbe zu besondern ihm eigenthümlichen Lebenserscheinungen veranlasst.

Eine nicht geringe Schwierigkeit in der Physiologie der Nervencylinder bieten die Cylinder des Gehirns, besonders aber, wie es scheint, die querlaufenden Fasern des Commissurensystems dar, da diese bei Verletzungen keinen Schmerz empfinden und keine Bewegung erregen. Achten wir auf die Verhältnisse der Fasern

zur grauen Masse, so finden wir, dass die durch das verlängerte Mark, die Hirnschenkel u. s. w. ein- und austretenden Fasern so lange Schmerzen und Bewegung erregen, also nach aussen empfindlich sind und reagiren, als sie noch nicht durch die grössern Massen grauer Substanz in den sogenannten Hirnganglien und in dem kleinen Hirn getreten sind; haben sie diese passirt, wie die in die Peripherie ausstrahlenden Fasern des Stabkranzes und die Fasern der Commissuren, so sind sie für die Aussenwelt indifferent. Es muss also der Grund in der grauen Masse liegen. Bedenken wir, dass alle central leitende Cylinder, sobald sie mit der grauen Masse (Ganglien) in Berührung kommen, überhaupt den empfangenen Eindruck überzutragen geneigt sind, so muss dieses Uebertragen nun ganz bestimmt erfolgen, sobald sie in das Centralorgan eintreten und dort mit der grauen Masse in Berührung kommen. Die graue Masse aber verarbeitet den empfangenen Eindruck, wie wir oben gesehen haben, zur sinnlichen Vorstellung, damit muss aber auch der ganze Eindruck, als Sinneseindruck, verwischt und aufgehoben sein, kann also nicht bis zu dem im Stabkranze, dem *Corp. callosum* u. s. w. gelegenen Theile des Cylinders gelangen. Was nun die peripherisch leitenden Nervencylinder anbetrifft, so können diese nur von der grauen Masse, von welcher sie ausgehen, ihren Eindruck empfangen und werden diesen, nach den jetzt bekannten Gesetzen der Leitung in den Nerven, nur nach der Peripherie führen. Auf diese Weise sind die jenseits der Hirnganglien gelegenen Theile der Primitivcylinder von dem unmittelbaren Verkehre mit der Aussenwelt durch die graue Substanz abgeschnitten. Sind diese Theile einmal aber nicht bestimmt, in unmittelbaren Verkehr mit der Aussenwelt zu treten, so sind sie auch nicht fähig, Eindrücke derselben aufzunehmen. Wie sich aber das Nervenagens, welches in dem peripherischen Theile der grossen Schlinge unleugbar strömt, dabei verhält, ist schwer einzusehen. Wir müssen es als Erfahrungssache hinnehmen und uns mit der Einsicht begnügen, dass dieser Theil der Faserung des Gehirns von dem durch die Nerven vermittelten directen Verkehr mit der Aussenwelt abgeschlossen ist, wenn wir auch nicht einsehen, warum Verletzungen derselben weder Schmerz noch Bewegung veranlassen.

Anmerkung. Wenn man sich denken dürfte, dass die sinnlichen Vorstellungen, welche in der grauen Masse der Hirnganglien oder überhaupt in den ersten Anhäufungen der grauen Masse aus den zugeführten Sinneseindrücken gebildet worden sind, den Organen des höhern Denkens zugeführt würden, so wäre es ersichtlich, dass diese Fasern nur diese Vorstellungen, also gleichsam schon assimilirte Sinneseindrücke, aber keine unmittelbaren Eindrücke der Aussenwelt, wie Verletzungen u. s. w., leiten und zum Bewusstsein bringen können. Der Ausdruck „sinnliche Vorstellungen" soll hier, wie bei Henle, noch keine geistige Thätigkeit andeuten, sondern nur das matte dem Geiste vorschwebende Bild eines Sinneseindruckes, es ist nur eine willkührliche oder unwillkührliche Erneuerung dieses Eindruckes durch organische, nicht physische Thätigkeit. Ist schon von Carus [1]) und Henle [2]) ausgesprochen, dass diese sinnlichen Vorstellungen noch organischer Act des Nervensystems sind, so können wir das Organ ihres Zustandekommens nur in der grauen Masse des Gehirns finden, in welche sich die central leitenden Nerven einsenken und von wo aus auch durch rein körperliche Zustände, Congestionen, Fieber u. s. w., rein subjective Sinneserscheinungen veranlasst werden. Werden auf diese Weise Eindrücke von dieser grauen Masse nach den Sinnesnerven hin angeregt, so ist es auch nicht geradezu unglaublich, dass von derselben grauen Masse aus die sinnlichen Vorstellungen durch die Primitivcylinder weiter zu den Organen des Denkens, Urtheilens und Schliessens geleitet werden können, und dann wäre auch einzusehen, dass diese Fasern nur solche Vorstellungen, aber keine unmittelbaren Eindrücke der Aussenwelt fortleiten können. Das Organ des höhern geistigen Wirkens würde dann die an der Peripherie gelegene graue Masse sein.

Durch alle die bis jetzt beigebrachten Thatsachen und Reflexionen, welche für eine Strömung in den Nervencylindern sprechen, musste natürlich auch die Frage angeregt werden, welcher Natur das in den Nerven Strömende sei, nenne man es Nervenäther, Nervenfluidum, Nervenagens, oder wie man sonst wolle. Im Ganzen hängt nicht viel davon ab; wenn wir nur die Gesetze kennen, nach denen die Lebenserscheinungen im Nervensysteme erfolgen. Es ist für den Physiologen eben so gleichgültig, zu wissen, welcher Natur das in den Nerven wirkende Fluidum sei, als es für den Physiker gleichgültig ist, zu wissen, was eigent-

---

1) Carus, System der Physiologie. III. 470. — 2) Henle, Allg. Anat. 739.

lich den Erscheinungen der Electricität, des Galvanismus, der Wärme und des Lichtes zu Grunde liegt; der Physiker kennt die Gesetze ihrer Erscheinung und kann diese Kräfte so nach seinem Willen benutzen. Wären die Physiologen mit dem in den Nerven wirkenden Fluidum erst so vertraut, wie die Physiker mit Electricität und verwandten Kräften, wahrlich sie brauchten sich um das Wesen derselben nicht zu bekümmern. Da nun aber der menschliche Verstand einmal darnach strebt, die ihm vorkommenden Erscheinungen mit einander in Einklang zu bringen, die neuern, ihm noch unbekannten Erscheinungen nach den Gesetzen älterer, ihm schon länger bekannter Kräfte zu beurtheilen, so kam es denn, dass man die Erscheinungen des Nervenlebens mit ähnlichen Erscheinungen in der unorganischen Welt, mit den electrischen, verglich und die beiden zu Grunde liegenden Ursachen identificirte. Man kam um so mehr mit einigem Grunde auf diese Vergleichung, als die Strömungen in den Nerven durch ihre Schnelligkeit wirklich einige Aehnlichkeit mit electrischen oder galvanischen Strömen darbieten und der Galvanismus als der wichtigste Reiz für die Nerven erschien, auch dieses Nervenagens sich bei allen organischen Processen eben so thätig beweist, wie das electrische Fluidum bei fast allen Vorgängen in der unorganischen Natur. Doch diese Aehnlichkeit ist nur oberflächlich und äusserlich und es bestehen so wichtige Unterschiede zwischen den Erscheinungen des Nervenlebens und denen der Electricität, dass man beide durchaus als verschieden ansehen muss.

Als die Erscheinungen der Contactelectricität der Thiere, besonders zwischen Nerven und Muskeln der Frösche entdeckt und durch Galvani, Volta, A. v. Humboldt, Ritter, Nysten u. A. genauer untersucht worden waren, waren auch fast alle Physiker geneigt, die Electricität und das Nervenfluidum für identisch zu halten oder die Erscheinungen jener Contactelectricität doch von einer thierischen Kraft abzuleiten; als aber Volta die Contactelectricität der Unorganischen kennen lehrte, war man eben so geneigt, die Electricität nur als einen mächtigen Reiz für das Nervensystem zu betrachten, nur Prochaska, Prévost und Dumas traten als Vertheidiger der electrischen Theorie des

Nervenlebens auf, welche wiederum eine neue Stütze in den Resultaten der Untersuchungen zu erhalten schien, die man mit dem Schweigger'schen Multiplicator anstellte, da man durch denselben electrische Ströme am menschlichen Körper wahrnahm; und bis in die neueste Zeit sehen italienische Naturforscher in diesen Erscheinungen Lebensphänomene, während die meisten deutschen Gelehrten sie als Folgen der stets im Organismus vor sich gehenden physikalischen und chemischen Vorgänge betrachten. Enzmann[1]) hat in der neuesten Zeit den Versuch gemacht, dem Nervensysteme die Function der Empfindung ganz abzusprechen und es nur als ein System von electrischen Leitern darzustellen, welches die durch Stoffwechsel, Sinnesthätigkeit, Bewegung u. s. w. sich stets verändernde electrische Spannung auch stets ausgleicht. Ein werthvoller Aufsatz, der das Geschichtliche, das Anatomische und Physiologische der electrischen Fische, zugleich aber auch zahlreiche Beobachtungen über contactelectrische, thermoelectrische und vitalelectrische Vorgänge im Thier- und Menschenkörper, so wie die wichtigste Literatur enthält, ist neuerdings von Valentin[2]) erschienen, während Matteucci[3]) denselben Gegenstand zum Gegenstande einer besondern Arbeit gemacht hat.

Die wichtigsten Gründe, welche gegen die Identität des Nervenfluidum und der Electricität sprechen, dürften folgende sein:

1) Ein gequetschter oder abgestorbener feuchter Nerv leitet die Electricität aber nicht das Nervenfluidum.

2) Der Galvanismus erschöpft als Reiz die Nervenkraft, denn ein Froschschenkel, der durch mehrere galvanische Versuche erschöpft ist, erhält durch Ruhe seine Reizbarkeit wieder. Wäre galvanisches Fluidum gleich dem Nervenfluidum, so würde durch zweckmässig geleitete galvanische Strömung die Nervenkraft zu steigern, aber nicht zu erschöpfen sein.

3) Weder Bischoff[4]) noch Valentin konnten mit den empfindlichsten Electrometern eine Spur von Electricität ent-

---

1) Enzmann, in Häser's Archiv. V. 325 seq. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. I. 296. — 3) *Matteucci, Traité des phénomènes électro-physiologiques etc. Paris* 1844. *Avec pl.* — 4) Bischoff, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 22.

decken. Man hat immer die Feuchtigkeit thierischer Theile als die Ursache angesehen, dass sich das electrische Fluidum sogleich ausbreite und daher nicht auf den Electrometer wirke, allein Valentin experimentirte mit einem dergleichen Instrumente, welches noch durch $3\frac{1}{10}$ Umdrehung den schwachen galvanischen Strom anzeigte, den ein nur wenig über eine Linie grosses Plattenpaar mit Wasser ganz bedeckt und mit Kupfer geschlossen erregte. Da nun im organischen Körper die Feuchtigkeit noch lange nicht in der Menge vorhanden ist, wie in diesem Experimente, die Strömungen in den Nerven aber, nach den Kraftäusserungen derselben zu schliessen, gar nicht so schwach sein können, so müssten sie doch gewiss wahrgenommen worden sein, wenn sie überhaupt vorhanden wären. Nach Bischoff u. A. sind die Nerven schlechte Electricitätsleiter, aber in Verbindung mit den Muskeln äusserst empfindliche Electrometer.

4) Selbst die electrischen Fische sprechen durch die Beschaffenheit ihrer Organe dafür, dass das überall vorhandene electrische Fluidum erst in einem besondern Apparate, wie an einer Electrisirmaschine, zerlegt und zur Erscheinung gebracht werden muss. Es ist also keine positive oder negative Electricität schon vorhanden, sondern diese muss in einem bestimmten Apparate erst erzeugt werden. Wäre solche Electricität in den zu den electrischen Organen gehenden Nerven schon vorhanden, so bedürfte es nur einer einfachen Condensation. Die starken Nerven verhalten sich zu den electrischen Organen nicht anders wie zu jedem andern Theile; im gewöhnlichen Zustande erhalten sie das Organ in seiner normalen Spannung, Mischung u. s. w., durch verstärkte Innervation wird aber dessen eigenthümliche Function hervorgerufen, es wird Electricität entwickelt.

Nach allem dem Gesagten muss man allerdings zugestehen, dass die Strömungen in den Nerven manche Aehnlichkeiten mit den electrischen Strömungen haben; sie sind aber darum nicht als identisch mit denselben, sondern nur als die gerade den Nerven eigenthümlichen Lebenserscheinungen anzusehen; in ihnen ist keine besondere von der Ursache der übrigen Lebenserscheinungen getrennte Kraft zu suchen, sondern sie sind bei der Einheit des Lebens nur als eine besondere Aeusserung der dem Or-

ganismus überhaupt innewohnenden Lebenskraft anzusehen. Da diese Lebenskraft aber nur als ein herausgehobener individualisirter Theil der allgemeinen Lebenskraft der Natur zu beurtheilen ist, so kann auch jene Aehnlichkeit der Nervenströmungen mit den electrischen Strömungen nicht befremden, da diese ihrerseits als Aeusserungen des allgemeinen Naturlebens anzusehen sind. Beide sind aus einer allgemeinen Quelle hervorgegangen, beide sind Aeusserungen des allgemeinen Weltlebens, die eine steht nur noch auf der niedrigsten Stufe, trägt daher noch ganz den Charakter der Allgemeinheit, die andere dagegen, auf höherer Stufe, trägt den Charakter des individuellen Lebens, ist höher differenzirt und am höchsten im Menschen, daher dieser den Charakter des Besondern, Selbstständigen am stärksten ausgeprägt hat, der sich in der Oberherrschaft des Gehirns über die übrigen Provinzen des Nervensystems, in der Form und Entwickelung desselben, so wie in dem zum Theil von dem Nervensysteme abhängigen Temperamente ausspricht. Wie organisches Gewebe zum Krystall, so verhält sich das Nervenagens zur Electricität.

So wie jetzt in der Lehre vom Lichte die Undulationstheorie über die Emanationstheorie den Sieg davon zu tragen scheint, so hat man es auch versucht, die Erscheinungen des Nervenlebens durch die Annahme einer Undulation des Nervenäthers zu erklären. Henle[1]) namentlich glaubt in den ausgebreiteten Bewegungen, welche im Darmkanale nach Kitzeln folgen, so wie in den Nachwirkungen des Kitzelns überhaupt Phänomene zu finden, welche der Undulationstheorie günstig sind, und James Stark[2]) sucht durch Undulation des öligen Inhaltes der Nervencylinder die meisten Phänomene des Nervenlebens zu erklären. Doch müssen viele Untersuchungen der Feststellung dieser Theorie noch vorangehen, wir wollen sie daher nur beiläufig erwähnt haben.

Soweit bis jetzt die Elementartheile des Nervensystems in der Thierreihe erforscht worden sind, finden sich überall dieselben Formen. Ueberall begegnen wir denselben Nervenkörpern

1) Henle, Allg. Anat. 716. — 2) James Stark, in Froriep's Not. 1845. No. 706. 707. u. 708.

als keulenförmige und mehrgestielte oder kugelrunde Körperchen, alle drei mit Kernen. Die Nervencylinder sind überall dieselben, nur bei den niedrigsten Thieren feiner. In der neuern und neuesten Zeit hat man auch bei Thieren Nerven gefunden, denen man sie früher abzusprechen geneigt war. Eschricht[1]) beschrieb die Nerven von *Salpa cordiformis* und *zonaria*, Milne Edwards[2]) von *Pyrosoma*, Nordmann[3]) sah bei *Tendra zosteriola* Ganglien und Fäden und van Beneden[4]) giebt sogar von den Nerven der *Alcyonella* Nachricht. Von vielen Infusorien hat Ehrenberg die Nerven beschrieben und in seinem grossen Werke abgebildet; nur bei den kleinen polygastrischen Thierchen findet man deutliche willkührliche Bewegung, ohne in ihrem zarten Körper Nerven entdecken zu können; eben so sind in den Formen der Schwämme und der niedrigsten Polypen Bewegungen und Empfindungen ohne Nerven zu beobachten.

§. 83.

Die Capillargefässe. Das Gefässsystem ist ein ununterbrochenes überall geschlossenes System von Canälen, durch welches einerseits allen Theilen des Körpers das Material zu ihrer Bildung und Ernährung zugeführt, zugleich auch das Product ihrer Stoffmetamorphose abgeführt, andererseits in den Lungen ein Austausch der Stoffe zwischen Blut und Atmosphäre unmittelbar bewirkt wird. Dieses Gefässsystem kann diesen seinen Hauptzwecken aber nur bei der möglichsten Verkleinerung und Verfeinerung seiner Canäle vollkommen entsprechen, denn nur durch zartwandige Gefässe kann ein rascher Stoffwechsel im Körper und in den Lungen stattfinden. Da aber so feine Canäle, wie wir sie wirklich überall finden, nicht die Kraft besitzen, die Blutmasse durch den ganzen Körper zu verführen, so müssen sich die feinsten Blutströmchen in stärkere, diese in noch stärkere und so fort sammeln, bis sie

---

1) Eschricht, in J. Müller's Archiv. 1841. CXIII. — 2) *Milne Edwards*, *Annales des sciences naturelles*. 1840. *T. XIII*. 320. — 3) *Nordmann*, *ibid*. 1839. *T. XI*. 185. — 4) *van Beneden*, *ibid*. 1840. *T. XIV*. 222.

sich in einem einzigen Blutstrome vereinigt haben. Solcher Hauptblutströme müssen nothwendigerweise zwei bestehen, einer, welcher von dem Gefässnetze der Lungen, wo Ausscheidung der unbrauchbaren Kohlensäure und Aufnahme des zum Leben nöthigen Sauerstoffes stattfindet, nach dem Gefässnetze des übrigen Körpers, wo Abgabe des neuen Bildungsmaterials und Aufnahme der zersetzten, unbrauchbar gewordenen Stoffe nöthig ist, geht, und einer, welcher von diesem zu jenem zurückströmt; durch die Haargefässe hängen diese Ströme in den Lungen wie in dem Körper unmittelbar zusammen. Dass also die grössern Blutströme von dickwandigen Gefässen umgeben sein müssen, leuchtet ein. Diese Wände der grössern Gefässe werden nun aus den verschiedensten Elementartheilen, besonders aus faserigen Gebilden zusammengesetzt; sie sind daher wohl fähig, dem Blutstrome einen angemessenen Widerstand entgegenzustellen, allein sie sind nicht fähig, eine regelmässige Blutströmung zu bewirken. Zu diesem Zwecke ist eine wirklich muskulöse Hülle der Gefässwände nöthig und diese findet sich in der Brusthöhle da, wo die beiden Hauptblutströme in ihren grössten Gefässen neben einander vorbeigehen, in der Art angebracht, dass jeder Blutstrom erst die ihm allein angehörigen Fasern erhält und dann eine starke gemeinschaftliche Schicht das Ganze umgiebt. Diese als Druckwerk thätige Muskelmasse nennt man das Herz; durch regelmässige rythmische Zusammenziehungen treibt es das von einer Seite einströmende Blut stets zur andern wieder hinaus, wobei angebrachte Ventile, Klappen, die Richtung des Blutstromes reguliren. Weil aber das Herz das Blut mit einer nicht unbedeutenden Gewalt aus sich heraus in die zunächst gelegenen Gefässstämme treibt, diese also einen starken Stoss der Blutwelle auszuhalten haben, so sind sie in ihren Wänden weit stärker als die das Blut nach dem Herzen hinführenden Gefässe, welche einem solchen Drucke nicht ausgesetzt sind; jene sind die Arterien, diese die Venen. Der eben bemerkte Unterschied dieser beiden Canäle findet sich sowohl an den grössern Körpergefässen als an den Lungengefässen, verliert sich aber ganz allmählig gegen die feinen Verzweigungen hin, so dass es sich am Ende nicht mehr bestimmen lässt, ob man eine der feinsten Arterien oder eine der

feinsten Venen vor sich hat, weil man eben ein Zwischengefäss, Haargefäss, Capillargefäss, vor sich hat, welches den Uebergang aus den feinsten Arterien in die feinsten Venen vermittelt. Diese Capillargefässe, obgleich sie nicht unter 0,002''' gefunden werden, sind doch von verschiedener Stärke in den verschiedenen Organen und Geweben; die feinsten vom obigen Durchmesser werden am öftersten noch im Gehirne gefunden, die meisten schwanken zwischen 0,003 bis 0,005''', und im Knochenmarke sind die feinsten sich nicht weiter theilenden Gefässe von einem Durchmesser bis 0,01'''.

Die Untersuchung dieser feinsten Gefässe hat vorzüglich folgende Männer beschäftigt. Leeuwenhoek[1]) beobachtete 1690 zuerst den Kreislauf aus den feinsten Arterien in die Venen, und Lieberkühn[2]) injicirte diese Gefässe mit jetzt noch nicht übertroffener Schönheit und wusste seine Präparate durch Abgiessen in Gyps, Ausbrennen des Gypses und Ausgiessen dieses Modelles in Silber für die späte Nachwelt aufzubewahren, und noch in vielen grössern anatomischen Cabineten finden sich bewunderungswürdige Präparate seiner Kunst. Der Holländer Ruysch[3]) hat sich ebenfalls durch seine Injectionen ausgezeichnet, die er theils in seinem *Thesaurus anatomicus*, theils in Briefen an Zeitgenossen beschreibt und abbildet. In neuester Zeit haben besonders schöne Abbildungen gegeben Berres[4]), R. Wagner[5]), Arnold[6]), und über das Gewebe der feinsten Gefässe verdanken wir Valentin[7]), Henle[8]) und Schwann[9]) besonders wichtige Aufschlüsse.

Um die Structur der feinsten Capillaren kennen zu lernen, dürfen diese freilich nicht injicirt sein; man muss sie aus einem

---

1) Leeuwenhoek, in Sprengel's pragmat. Geschichte. IV. 117. — 2) Lieberkühn, daselbst. V. 68. — 3) *Frid. Ruyschii op. omnia. Amstelodami* 1737—1744. *II. Vol.* — 4) Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde. Fol. Wien 1836. — 5) *R. Wagner*, *Icones physiologicae. Tab. XI. Fig. II.*, nach E. H. Weber, *Tab. XIV. XV. XVIII. Fig.* 2. 3. u. *Tab. XX.* — 6) *Arnold*, *Tabulae anatomicae.* — 7) Valentin, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 217. — 8) Henle, Allg. Anat. 473. — 9) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. 182.

Theile wählen, wo das umgebende Gewebe sich leicht entfernen lässt, z. B. aus den Centraltheilen des Nervensystems oder aus der Netzhaut. Man wählt nun ein Stückchen, an dem man mit blossem Auge eben noch ein Gefäss erkennt, schneidet dieses aus und durch Auftröpfeln von Wasser oder durch Gebrauch der Spritzflasche entfernt man die anhängenden Gewebe, worauf die feinsten Capillaren als ein zartes Netz zurückbleiben. Die Tab. III. Fig. 16. gegebene Darstellung ist aus der Netzhaut eines dreissigjährigen Mannes. Die Capillaren zeigen sich überall ästig verzweigt mit vielen Anastomosen, aber von ziemlich gleichbleibender Stärke. Das einzelne Gefässchen ist in seinen Wandungen ohne deutliche Structur, ohne Spur von Fasern, Blättchen u. dergl., ganz gleichmässig und mit einfachen Conturen, also dem Anblicke nach gar nicht für einen Canal zu halten. Auf diesen Gefässen findet man ziemlich zahlreiche, oft in regelmässigen Abständen und Reihefolgen geordnete Kerne, bald alternirend, bald auch eine längere Strecke weit auf derselben Seite bleibend. Die Kerne selbst sind, wie gewöhnliche Zellenkerne, oval, hier und da mit Kernkörperchen versehen und stehen mit ihrem langen Durchmesser in der Längsrichtung des Gefässes, sie liegen meist äusserlich auf, so dass sie eine ziemliche Erhöhung bilden, wenige scheinen in der Wand selbst zu liegen oder gar nach einwärts hervorzuragen. Ihr Durchmesser beträgt meist 0,001 bis 0,0015'''. So ist der Bau der feinsten Capillaren von 0,002''' Durchmesser, an nur wenig stärkern Gefässchen von 0,005 bis 0,007''', als den gewöhnlichern, tritt schon eine mehr zusammengesetzte Bildung auf; sie sind von doppelten Conturen begrenzt, zum Zeichen, dass die Wände dicker geworden, die Kerne liegen oft zu zweien neben einander, im Innern fängt in nur wenig weitern Gängen die Bildung eines Epithelium an, Ring- und Längsfasern werden deutlich. Wir haben also eine zusammengesetzte Form vor uns, deren genauere Betrachtung wir uns für den speciellen Theil vorbehalten.

Die Weite der Capillaren ist überall noch so weit, dass die Blutkörperchen, wenn auch einzeln, doch noch recht gut passiren können, doch sind die feinsten Capillaren eines Theiles nicht gleich den feinsten eines andern Theiles. Die feinsten über-

haupt scheinen im Gehirne vorzukommen. E. H. Weber[1]) fand sie an getrockneten Lieberkühn'schen Präparaten 0,003''', doch fand er auch einige von 0,002'''. Auch Henle[2]) fand dergleichen, so wie ich. Folgende Tabelle möge eine Uebersicht gewähren.

Schleimhaut	0,003'''	E. H. Weber.
Haut an dem Hodensacke eines Kindes	0,003'''	„
In der verknöchernden Kniescheibe .	0,0057'''	„
In der Schneider'schen Haut . . .	0,004'''	Henle.
Schleimhaut des Gaumens . . .	0,006'''	„
Schleimhaut des Schlundes . . .	0,003'''	„
In der menschlichen Lunge . . .	0,003''' (u. darunter.)	„
Zotten des Dünndarms	0,0032'''	„
Muskeln	0,003''' (u. darüber.)	„
Knochenmark	0,010'''	„
Periosteum der Zahnhöhle . . .	0,0048'''	„
In der Zellhaut der Arterien . . .	0,005'''	„
In Gehirn und Retina . 0,002 bis	0,0023'''	„
In den Zellen des Dickdarmes . .	0,005'''	Günther.
In der Cutis	0,0037'''	„
Trommelfell	0,0035'''	„
Fingerspitzenhaut	0,002'''	„
Froschlunge	0,0025'''	„
Menschenlunge	0,005'''	„
Zotten des Dünndarmes	0,0035'''	„
Schleimhaut d. Magens 0,004, die meisten	0,005'''	„
Muskeln	0,0024'''	„
Schneider'sche Haut	0,005'''	„
Frische Netzhaut des Menschen . .	0,0026'''	„
Gehirn, graue Substanz	0,003'''	„

Auch die Messungen von Henle und von dem Verfasser sind an Lieberkühn'schen Präparaten gemacht.

---

1) E. H. Weber, in Hildebrand's Anatomie. III. 44. — 2) Henle, Allg. Anat. 475.

Ausser diesen Serum und Blutkügelchen führenden Gefässen sollen nun nach der ältern Ansicht auch noch Gefässe vorkommen, welche so eng sind, dass sie keine Blutkörperchen, sondern nur das Blutserum durchlassen. Man stützte sich dabei vorzüglich auf das schnelle Erscheinen einer grössern Menge rother Gefässe bei Congestionen und Entzündungen der Augen und meinte, dass in solchen Fällen die feinsten Gefässe ausgedehnt würden und dann das rothe Blut oder die Blutkügelchen in sich aufnähmen, bedachte aber dabei nicht, dass eine einzelne Schicht oder Reihe von Blutkörperchen für das unbewaffnete Auge unsichtbar sei, folglich eine grosse Menge wirklich Blutkörperchen führender Gefässe vor der Congestion und Entzündung da sein könne, die man nur nicht bemerkte. Krause[1]) will solche feine Gefässe gesehen haben; sie waren selten und gingen meist als Verbindungsästchen quer von einem Gefässe zu dem andern hinüber. Von einigen giebt er folgende Maase an: in der Retina 0,000154″, Choroidea 0,000104″, an der Wand der Lungenzelle 0,000141″, in Darmzotten 0,000150″, im *musc. tibialis ant.* 0,000075″. Das sind freilich Durchmesser, die kein Blutkörperchen durchlassen. Schultz in Giesen will solche Gefässe in der Oberhaut des Armes sogar injicirt haben, und Schultz[2]) in Berlin bildet solche Gefässe aus der Schwimmhaut des Frosches ab und nennt sie plastische Gefässe; Henle[3]) endlich, dieser geübte Beobachter, will im Gehirne hohle Fäden von einem Gefässe zum andern haben gehen sehen. Beleuchten wir diese Beobachtungen genauer, so sehen wir, dass gerade hier in verschiedenen Umständen Ursachen zu Täuschungen liegen; so kann bei unvollständiger Anfüllung des Gefässnetzes durch die leeren Aestchen, welche natürlich dann sehr eng erscheinen, der Anschein solcher feinen Gefässe dargestellt werden, und so mag es vielleicht bei Krause der Fall sein. Die Injectionen von Schultz in Giesen haben auch keine Beweisskraft, denn wenn man mit Gewalt injicirt und dann den Theil in Terpentinöl legt, so schwitzt leicht der dünnere Theil der Injectionsmasse durch, legt sich zwischen die Schuppchen der Oberhaut

---

1) Krause, in J. Müller's Archiv. 1837. p. 4. — 2) Schultz, System der Circulation. Tab. VII. — 3) Henle, Allg. Anat. 477.

und erregt jene Täuschung. Wenn man z. B. mit warmem Palmenwachs injicirt, so geschieht es nicht gar selten, dass dasselbe an weichen Stellen selbst durch die Oberhaut durchschwitzt und sich dann eben so in den Falten und Rissen derselben absetzt. Schultz in Berlin machte seine Beobachtungen an der Schwimmhaut lebender Frösche; wer aber nur einmal den Kreislauf in diesem Theile genauer gesehen hat, wird auch sagen, dass auf der citirten Abbildung selbst in den grössern und grössten Gefässen zu wenig Blutkörperchen dargestellt sind; sie liegen fast nur einzeln und entfernt von einander, während in der Natur es aussieht, als ob nur Blutkörperchen die Gefässe erfüllten. Waren nun aber in dem gezeichneten Präparate wirklich aus irgend einer Ursache so wenig Blutkörperchen vorhanden, dann wäre es auch nicht zu wundern, wenn die feinsten Gefässe gar keine führten, oder war die natürliche Menge beim Zeichnen übersehen worden, so könnte dasselbe auch bei den feinsten Gefässen geschehen sein. Was nun die Angaben Henle's anbetrifft, dieses in der mikroskopischen Anatomie so geübten Forschers, so weiss ich nicht, wie ich sie mir erklären soll. Indessen Einiges lässt sich doch noch gegen die Deutung des Gesehenen als hohlen Canal anführen. Wir haben oben schon gesehen, dass die Capillaren von 0,002''' Durchmesser keine doppelten Conturen mehr zeigen, man also aus dem Zusammenhange nur weiss, dass sie hohl sind; wäre es also nicht auch möglich, dass ein anderes fadiges Gebilde die Täuschung veranlasst hatte? — Doch die Folge wird auch diesen Punkt genauer aufklären; wir wollen hiermit nur darthun, dass es noch keine ganz zweifelslose und allgemein überzeugende Beobachtung über das Dasein der sogenannten serösen Gefässe gebe; ich habe wenigstens weder an lebenden Fröschen noch an frisch injicirten Theilen, wenn die Injection gelungen war, noch an frischen Präparaten des Gehirns oder der Netzhaut dergleichen gesehen, und wenn man annehmen kann, dass die Blutkörperchen die vorzüglichsten Träger des Sauerstoffes seien, so ist auch glaublich, dass diese bis in die feinsten Gefässe dringen müssen, dass es also keine kleinern Gefässe als solche giebt, welche noch Blutkörperchen aufnehmen können.

Diese so beschriebenen Capillaren bilden nun Netze, die

für jedes Organ und Gewebe charakteristisch sind, denn bald sind die Substanzinseln zwischen den Blutgefässen so klein, dass sie fast von der Breite der Blutströmchen übertroffen werden (Lungen), bald sind sie dagegen viel, ja sehr vielmal grösser (Grundlage der serösen Häute), bald sind die Maschen langgestreckt, mit wenigen Queråsten (Muskeln, Nieren), bald dagegen ziemlich gleich breit und lang (Leber u. s. w.). Die Netze der Capillaren sind um so dichter, je rascher der Stoffumsatz in dem betreffenden Theile sein soll, daher sehr dicht in den Lungen, Darmzotten, Muskeln, weniger dicht in den fibrösen Gebilden, sehr weitläufig in den serösen Häuten. Die specielle Betrachtung dieser Verschiedenheiten in den einzelnen Organen versparen wir für den speciellen Theil.

Die Entwickelung der Capillaren ist zwar in der neuern Zeit durch die Untersuchungen von Reichert, Valentin, Schwann in ein helleres Licht gestellt worden, allein trotz dem giebt es noch manches Dunkel und die Meinungen sind keineswegs gleich, denn während Reichert[1]) sich der ältern Ansicht von Baer anschliesst, dass durch den Stoss des Herzens die Blutbahn gleichsam gebrochen werde, nehmen Valentin[2]) und Schwann[3]) an, dass die ersten feinsten Capillaren aus ästigen Zellen entstehen, welche mit einander verfliessen, so dass die primäre Gefässhaut der Zellenhaut, der Inhalt oder das Blut dem Zelleninhalte entspricht. Der Ansicht von Baer und Reichert steht die Regelmässigkeit in der Bildung des Gefässsytems, so wie das gleichzeitige Entstehen der peripherischen und centralen Gefässe entgegen. — Nachdem Schwann seine Beobachtungen an jungen und ältern Froschlarven, so wie an der Keimhaut eines etwa 36 Stunden bebrüteten Hühnereies mitgetheilt hat, giebt er das Resultat mit folgenden Worten: Unter den Zellen, woraus die Keimhaut besteht, bilden sich einige in gewissen Entfernungen von einander gelegene durch Verlängerung nach verschiedenen Seiten hin zu sternförmigen Zellen, den primären Capillargefässzellen, aus (Tab. III. Fig. 18. a. nach Schwann). Die

1) Reichert, Das Entwickelungsleben u. s. w. 23. 74. 137. — 2) Valentin, in J. Müller's Archiv. 1840. p. 215. — 3) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen. 182.

Verlängerungen verschiedener Zellen stossen auf einander, verwachsen, die Scheidewände werden resorbirt, und so entsteht ein Netz, dessen Canälchen sehr ungleichmässig dick sind, weil die Verlängerungen (b) der primären Zellen viel dünner sind als die Zellenkörper. Die Verlängerungen oder Verbindungsgänge der Zellenkörper dehnen sich aber aus, bis sie unter einander und mit den durch das Wachsthum sich verengenden Zellenkörpern gleiche Dicke haben, bis sie also ein Netz gleich dicker Canälchen bilden (c). Die Blutflüssigkeit ist der Inhalt sowohl der primären als der verschmolzenen oder secundären Capillargefässzellen, und die Blutkörperchen sind junge Zellen, die sich in der Höhle der Capillargefässzellen bilden. — Man sieht, dieses Resultat ist besonders aus der Beobachtung der Keimhaut des Hühnchens entnommen. Ganz ähnliche Beobachtungen hat Valentin an dem Capsulo-Pupillarsacke junger Rindsembryonen gemacht, nur weicht er darin von Schwann ab, dass ihm die Blutkörperchen die Kerne der primären Gefässzellen sind, und die Kerne, die man so zahlreich an den ausgebildeten Capillaren findet, sollen aufgelagert sein. (Vergl. oben die Entwickelung der Blutkörperchen.) Dieser ganzen Ansicht widerspricht jetzt Platner[1]), welcher beobachtet haben will, dass die Capillaren nicht einzeln und selbstständig, sondern wie die Zweige aus den Aesten hervorwachsen und zu Capillarschlingen mit einander verfliessen.

Die Entstehung neuer Gefässe in ältern Individuen geht wahrscheinlich ganz in ähnlicher Art vor sich, wenigstens wachsen sie nicht von den schon vorhandenen in die neue Substanz hinein, denn an den sich organisirenden plastischen Exsudaten findet man nicht selten im Innern Blutspuren, die durchaus keinen Zusammenhang mit den übrigen Körpergefässen haben können. Doch fehlt es hier ebenfalls noch an genauern mikroskopischen Untersuchungen.

Lebenserscheinungen der Capillargefässe. So einfach der Bau der Capillargefässe ist, so bieten sie doch Erscheinungen dar, die um so wichtiger sind, als diese Gefässe das

---

1) Platner, in J. Müller's Archiv. 1844. p. 525.

Material zur Bildung, Ernährung und Absonderung unmittelbar an die Organe abgeben; auch sind sie es, durch welche im Darmkanale, in der Haut und in den Lungen Stoffe von der Aussenwelt aufgenommen, in denselben Theilen und allen Absonderungsorganen auch Stoffe ausgeschieden werden. Aus der eigenthümlichen Form der Netze in den verschiedenen Organen, aus der verschiedenen Weite der Capillaren schliessen wir, dass diese verschiedenen Verhältnisse zur Erfüllung obigen Zweckes nothwendig sind, doch nur an wenigen Orten können wir den Zusammenhang der Form mit der Function einsehen, wie z. B. in den Darmzotten, wo die feinsten Blutströmchen nach aussen an den Flächen und Rändern liegen, um möglichst leicht mit den aufzunehmenden Stoffen in Berührung zu kommen; in den Lungen, wo die Netze an den Lungenzellchen so gelagert sind, dass das Blutströmchen wenigstens von zwei Seiten mit der eingeathmeten Luft in Berührung kommt.

Schon bei den Nerven ist erwähnt worden, dass diese bis zu den Capillargefässen sich verbreiten und welchen Einfluss sie auf die vegetativen Processe haben können. Wir sprachen dort von einer Verengerung und Erweiterung der feinern Gefässe, und allbekannte Beobachtung lehrt, dass durch Kälte die Capillaren verengert, durch Wärme erweitert werden, dass unter dem Einflusse der Nerven plötzlich ein Theil des Capillargefässnetzes stärker mit Blut gefüllt, im andern Falle seines Blutes fast ganz beraubt wird (Schaamröthe, Ohnmacht). Hiernach muss man den Capillargefässen wenigstens eine bestimmte Elasticität zuschreiben, vermöge welcher sie im Stande sind, bei verringertem Blutzuflusse sich zusammenzuziehen, oder überhaupt ihr Lumen der jedesmal zuströmenden Blutmenge anzupassen. Eine andere Frage ist aber, ob die feinsten Capillaren eine eigne auf Reize sich äussernde Contractilität besitzen, denn wenn Kälte Verengerung, Wärme Erweiterung und Gemüthsaffecte bald das eine bald das andere veranlassen, so kann der Grund in veränderter Lebensäusserung der grössern Gefässe, der zuführenden feinern Arterien und der abführenden kleinen Venen liegen, so dass die feinsten Venen am Ende weiter nichts thun, als sich der durch sie strömenden Blutmenge durch ihre Elasticität anpassen, wobei

selbst das umgebende Parenchyma noch von Einfluss sein kann. Auf den Grund der histiologischen Untersuchung hin sieht man freilich nicht ein, wie ein Canälchen, welches nur aus einer structurlosen Membran besteht, auf angebrachten Reiz sich soll selbstständig zusammenziehen können, da wir diese Fähigkeit immer nur an die Faser gebunden sehen. Indessen es scheint ja gar nicht nothwendig zu sein, dass auch die allerfeinsten Capillaren von 0,002''', deren es überhaupt verhältnissmässig wenige giebt, selbstständiges Contractionsvermögen besitzen, denn an den Capillaren von 0,005 bis 0,007''', als den allerverbreitetsten, kann man schon dickere Wände und Faserungen unterscheiden und diesen wäre die Zusammenziehungsfähigkeit nicht abzusprechen. Diese Contractionsfähigkeit äussert sich aber nach von aussen angebrachten Reizen nicht plötzlich, sondern ganz allmählig, wie im contractilen Bindegewebe, und scheint von dem Punkte des Reizes aus sich peripherisch zu verbreiten, wenigstens bleibt sie nicht auf den unmittelbar gereizten Punkt beschränkt. Anders verhält es sich mit den psychischen Affectionen; nach diesen erfolgt die Reaction urplötzlich, heftiger Schreck und Furcht bringen augenblicklich Blässe hervor, so wie angeregte Schaam oder Freude eben so rasch Röthe herbeiführen. Doch eine genauere Betrachtung dieser Erscheinungen und ihrer Ursachen gehört in die Lehre von dem Kreislaufe; es bleibt uns daher hier nur die Untersuchung über die Thätigkeit der feinsten einfachen Capillaren. Hierbei müssen wir uns erinnern, dass diese Capillaren aus einer nur wenig veränderten Zellhaut bestehen und dass das Leben der Zelle in stetem Stoffwechsel begriffen ist. Wir werden uns daher nicht wundern, denselben Stoffwechsel hier wiederzufinden; überall, wo feine Capillaren sind, ist Stoffaufnahme und Stoffausgabe; im Darmkanale herrscht allerdings Stoffaufnahme vor, indessen wird auch hier nicht wenig ausgeschieden; in den Capillargefässen der Lungen wird vorzüglich der Austausch gasartiger Stoffe bewerkstelligt, und in dem Capillargefässsysteme des übrigen Körpers wird Plasma des Blutes zur Ernährung der Gewebe abgegeben und die Producte der Stoffmetamorphose, Wasser, Kohlensäure, Harnstoff, Extractivstoff u. s. w., werden aufgenommen; in den Ab- und Aussonde-

rungsorganen kommt noch die Bildung oder Ausscheidung eines besondern Stoffes dazu.

Was nun die Aufnahme, Resorption anbetrifft, so haben wir uns zuerst nach Thatsachen umzusehen, welche darthun, dass die Blutgefässe wirklich resorbiren. Wir müssen den zur Aufnahme dargebotenen Stoff im Venenblute wiederfinden, bemerken aber jetzt schon, dass, wenn Resorption erfolgt, diese nicht, wie allgemein gesagt wird, durch die Venen, sondern durch die Capillaren bewerkstelligt wird, denn nur bei feinen Gefässwänden ist der rasche Stoffwechsel, wie wir ihn wirklich sehen, möglich, und der Umstand, dass man aufgenommene Stoffe im Venenblute wiedergefunden hat, ist aus der Richtung des Blutstromes zu erklären. Am häufigsten ist zu den hierher gehörigen Untersuchungen das Blut der Pfortader benutzt worden, weil es am wahrscheinlichsten ist, die in den Darmkanal gebrachten Stoffe hier wieder zu finden. Dass aber die Capillaren des Darmkanals wirklich Stoffe aufnehmen, beweisen die Versuche von Magendie[1]). Derselbe fand die in den Magen gebrachte Abkochung von Rhabarber und das blausaure Kali im Harne wieder, aber keine Spur davon im Chylus des *Ductus thoracicus*, Alkohol im Blute selbst, und die Abkochung der Brechnuss tödtete einen Hund, dem am Halse der *Ductus thoracicus* unterbunden war, eben so rasch wie gewöhnlich; endlich unterband er mit Delille bei einem Hunde ein Stück Darm, die von diesem kommenden Chylusgefässe, so wie alle Blutgefässe bis auf eine Arterie und eine Vene doppelt, zerschnitt zwischen den Unterbindungen alle diese, so dass das Darmstück nur noch durch die ganz isolirte Arterie und Vene mit dem übrigen Körper zusammenhing, und auch von diesen wurde mit der grössten Sorgfalt die äussere Haut entfernt, damit nicht ein Lymphgefäss unbemerkt daran hingehen könne; nun wurde eine Abkochung der Brechnuss in den Darm gespritzt und dieser in die Bauchhöhle zurückgebracht, worauf sich nach einer Stunde die Zufälle der Vergiftung mit gewöhnlicher Intensität einstellten. Tiedemann und Gmelin[2]) fanden bei

---

1) *Magendie*, *Précis élémentaire de Physiol. Paris* 1825. *II*. 202. — 2) Tiedemann u. Gmelin, Ueber die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen ins Blut gelangen u. s. w. Heidelbg. 1820. p. 10. 14. 25. 44 u. a.

Hunden und Pferden den in den Magen gebrachten Bleizucker, blausaures Kali, Dippel's Oel, Kampher, Farbestoffe, Moschus, Weingeist und Baryt im Venenblute wieder; auch Vogel und Sömmerring[1]) konnten das in den Magen gebrachte schwefelblausaure Kali im Blute wieder nachweisen. Auch die chemischen Untersuchungen des Pfortaderblutes von Schultz[2]) und von Simon[3]) sprechen für eine Aufnahme der Stoffe des Darmkanals in die Venen, denn das Pfortaderblut zeigte eine sehr veränderliche Menge an Wasser und Fett, wie wir es an anderem Blute nicht gewohnt sind. Aber auch andere Capillaren nehmen dargebotene Stoffe auf, denn Mayer fand das in die Lungen gespritzte blausaure Kali nach 3 bis 5 Minuten in dem Blute und in den Nieren wieder. Der Beweis, den man daher genommen, dass man das einem Frosche in einer Wunde beigebrachte Strychnin im Blute wieder gefunden hat u. s. w., scheint mir wenig oder gar keinen Werth zu haben, denn wenn ich eine Wunde mache, so öffne ich gewöhnlich auch Capillargefässe und dann kann das Gift mechanisch eindringen.

Nachdem so die Absorptionsfähigkeit der Blutgefässe ausser Zweifel gesetzt ist, können wir auch den Vorgang selbst genauer ins Auge fassen. Fragen wir zuerst, was kann von den Capillaren aufgenommen werden, so wird die Antwort sein: Alles, was in der parenchymatösen Flüssigkeit aufgelöst werden kann oder schon als Flüssigkeit den Capillaren geboten wird, insofern es nicht auf chemische Weise durch Gerinnung des Faserstoffes, Zerstörung des organischen Gewebes u. s. w. jede Aufnahme unmöglich macht. Dass die Concentration dieser Auflösung im Verhältnisse zum Plasma des Blutes von dem grössten Einflusse ist, erscheint nach den bei dem Zellenleben bemerkten Gesetzen der Endosmose und Exosmose nothwendig, denn da die feinsten Capillaren noch ganz die Natur der Zellen an sich tragen, so muss eine Aufnahme des dargebotenen Stoffes stattfinden, sobald derselbe in Bezug auf Concentration oder Mischung von der Blutflüssigkeit abweicht. Dass mit einer solchen Aufnahme auch

1) Vogel und Sömmerring, bei Tiedemann und Gmelin, Ueber die Wege u. s. w. 49. — 2) Schultz, System der Circulation. 152 seq. — 3) Simon, Med.-analyt. Chemie. II. 114.

stets eine Ausgabe verbunden sei, liegt in der Natur der Capillaren und entspricht ihrem oben angegebenen Zwecke. Da die Wand der Capillaren von der Blutflüssigkeit stets durchdrungen ist, so wird der dargebotene Stoff, wenn er sich mit jener mischt, ebenfalls in die Wand eindringen und es wird nun von der stärkern Concentration der einen oder der andern Flüssigkeit abhängen, in welcher Richtung der stärkere und in welcher der schwächere Strom gehen soll. Wenden wir dieses auf die Capillaren der Darmzotten an, so ist erst der Darminhalt zu betrachten. Rechnen wir die ziemlich grosse Menge unlöslicher und unbrauchbarer Stoffe, als: Holzfasern, unlösliche Salze u. s. w., von demselben ab und berücksichtigen die ziemlich bedeutende Menge der mit den Speisen und ohne diese genossenen Flüssigkeit, so kann man das den Darmzotten Gebotene als eine ziemlich verdünnte Auflösung des Brauchbaren um so mehr ansehen, als das Brauchbare nicht auf einmal im Magen, sondern nach und nach durch den ganzen Darmkanal aufgelöst wird. Man kann also voraussetzen, dass die den Capillaren gebotene Flüssigkeit dünner sei als die Blutflüssigkeit, es wird also ein stärkerer Strom in das Blut und ein schwacher aus dem Blute gehen, oder es wird hier im Darmkanale die Aufnahme über die Ausgabe das Uebergewicht erlangen. Diese Aufsaugung muss aber um so schneller vor sich gehen, je verdünnter der im Darmkanale enthaltene Stoff ist, daher nach reichlichem Genusse von Getränken sehr rasch Abgang des Urins eintritt. Diese Erscheinung ist nicht, wie die Alten glaubten, durch geheime Harnwege, sondern lediglich aus dem Baue der Darmzotten zu erklären. (Tab. III. Fig. 17. *a.* die Arterie, *b.* die Vene, *c.* das Lymphgefäss.) Man bedenke das dichte Netz der Capillaren in jeder einzelnen Darmzotte, die unzählige Menge der Darmzotten, mit welchen das Getränk in Berührung kommt, so wird man schon glauben, dass in kurzer Zeit eine ziemlich bedeutende Menge Wasser aufgenommen werden muss. Noch mehr muss aber die Schnelligkeit der Resorption dadurch befördert werden, dass in jedem der unzähligen Capillaren stets neues Blut an die Stelle des alten tritt, dass also die Gegensätze zwischen Wasser und Blutserum, die sich auszugleichen suchen, stets und immer neu angeregt und unterhalten werden, dass folglich

auch der endosmotische Strom und mit ihm die Resorption der Flüssigkeit stets mit neuer Schnelligkeit beginnen. Wissen wir nun ferner, dass der Kreislauf in weniger als zwei Minuten einmal vollendet ist, so wird auch deutlich werden, wie eben so schnell das Blut durch die Nieren strömen und dort die wässerigen Stoffe absetzen kann. Dass die Schnelligkeit des Blutstromes in den Capillaren die Schnelligkeit der Resorption unterstützt, hat Kürschner[1]) mit einem sehr einfachen Versuche recht deutlich gemacht. Man legt ein gereinigtes Darmstück von einem Caninchen in eine Schaale, so dass das eine Ende über den Rand herabhängt; mittelst eines Trichters lässt man durch das Darmstück eine Auflösung von Eisenchlorid durchlaufen, während man in die Schaale eine Auflösung von Schwefelcyankalium giebt. Aus dem Darme wird die Flüssigkeit bald gefärbt ablaufen, die umgebende Flüssigkeit bei langsamem Strome erst spät, bei raschem Strome sich gar nicht färben. Es kann also, da bei beständigem Strome das Blut wenig abgiebt und sehr viel aufnimmt, eine grosse Menge Flüssigkeit aus dem Darmkanale resorbirt werden.

Was nun die Aufsaugung in den Capillaren des übrigen Körpers anbelangt, so ist es schwierig, hier eine genügende Erklärung zu geben, denn die Verhältnisse sind so complicirt, die dabei concurrirenden Stoffe und ihre chemische Natur um so schwieriger zu erkennen, als von Seiten der Blutgefässe Aufnahme und Ausgabe, von Seiten des umgebenden Gewebes Abstossen und Zersetzen des verbrauchten Stoffes mit Aufnahme neuen Stoffes und Neubildung in einen Act zusammenfallen. Die wahrscheinlich richtigste Vorstellung dürfte folgende sein. Durch das herbeiströmende Blut wird Plasma herbeigeführt; dieses tritt durch die Wände der Gefässe als parenchymatöse Flüssigkeit an die Organe, durchdringt dieselben durch und durch, mit dem Blute ist aber auch zugleich eine Menge Sauerstoff herzugekommen; bei der Wandelbarkeit und Zersetzbarkeit der organischen Substanz, besonders aber derjenigen Atome, welche schon functionirt haben, zersetzt dieser die verbrauchte organische Masse in Wasser, Kohlensäure, Harnstoff u. s. w. Hierdurch wird schon

1) Kürschner, in R. Wagner's Handwörterb. I. 64.

eine Verschiedenheit zwischen der in den Gefässen strömenden Blutflüssigkeit und der umgebenden parenchymatösen Flüssigkeit bedingt und damit die Möglichkeit endosmotischer Strömungen gegeben. Es fragt sich nur, warum in der parenchymatösen Flüssigkeit, wo sich alle die genannten Stoffe begegnen, nicht eine Ausgleichung, eine Sättigung erfolgt. Wir können den Grund nur in der steten Strömung des Blutes und in den Lymphgefässen finden, wodurch theils stets neues Plasma herbeigeführt und die in das Blut übergegangenen Stoffe stets abgeführt werden, theils stets ein Theil der parenchymatösen Flüssigkeit entfernt, folglich auch diese stets erneuert wird und es nie zur Ausgleichung, nie zur Ruhe kommen kann. Könnte je eine solche Ausgleichung vorkommen, so müsste der örtliche Tod erfolgen, wie wir es bei gehindertem Zuflusse oder Rückflusse sehen. Sind die Nerven gelähmt, so verlieren die Gefässwände ihre natürliche Spannung, sie sinken zu todten Canälen herab, der Blutlauf verlangsamt sich nach und nach in den Capillaren; die erwähnten Gegensätze können also nicht so scharf unterhalten werden, sie nähern sich mehr der Ausgleichung, es muss der Austausch der Stoffe mangelhaft werden, es muss Atrophie erfolgen, wie wir es in der Regel auch an gelähmten Gliedern sehen. Als Beweise dieser Ansicht dienen die Versuche von Günther über Zerschneidung der Nerven des Penis des Pferdes, die wir oben schon angeführt haben, so wie die Untersuchungen von Stilling[1]) bei Fröschen. Bei dem Pferde erfolgte passive Blutanhäufung und Brand sehr rasch, bei dem Frosche dagegen nur sehr langsam und spät. Was endlich den Stoffwechsel in den Lungen betrifft, so bezieht er sich hauptsächlich auf die oben schon betrachteten Gasarten. Die von den Capillaren des Körpers aufgenommene Kohlensäure wird hier ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen, nach denselben Gesetzen, die wir soeben für Flüssigkeiten kennen gelernt haben und die wir bei der Lehre von der Respiration noch genauer erörtern werden.

Die Function der Capillaren besteht also darin, im Darmkanale Stoffe aufzunehmen (vergl. Resorption durch die Chylus-

1) Stilling, in J. Müller's Archiv. 1841. p. 283. u. 288 seq.

gefässe im nächsten Paragraph) und der dort nöthigen Absonderung vorzustehen, den übrigen Geweben des Körpers Plasma zur Ernährung der Organe zuzuführen und die Producte der Stoffmetamorphose von denselben aufzunehmen, in den Lungen den Austausch gasartiger Stoffe zu vermitteln. Dass diese Vorgänge nicht allein und ausschliesslich in den feinsten Capillaren vor sich gehen, und dass auch in grössern Gefässen immer mehr oder weniger Ausscheidung und Aufnahme stattfindet, ist bei der Permeabilität thierischer Häute ganz natürlich.

Ueber die eigentlichen specifischen Absonderungen kann nur im speciellen Theile gesprochen werden.

Sehen wir hier ganz ab von dem Dasein einer höher entwickelten Blutflüssigkeit, wie wir sie in den höhern Thierclassen finden, und müssen wir alle jene Canäle als Analogon des Blutgefässsystems und besonders der den Stoffwandel vermittelnden Capillaren ansehen, welche den Nahrungssaft, sei er weiss oder roth, auf irgend eine Art aufnehmen und in der Körpermasse vertheilen, so finden wir sehr zeitig in der Thierreihe die beginnende Entwickelung des Capillarsystems. Schon in einigen polygastrischen Thierchen bemerkt man Andeutungen netzförmig verschlungener über die ganze Körperoberfläche verbreiteter Gefässe. Durch Cavolini, Pallas, Olivi, Nordmann u. A. sind in den Polypen Canäle entdeckt und untersucht worden, welche von einer Haupthöhle aus einen eignen Saft durch alle weiche Theile des Stammes, der Aeste und der eigentlichen Polypen verführen. Da es hier noch an einem Herzen fehlt, so scheint alle Bewegung von Cilien bewirkt zu werden.

Die weitere morphologische Entwickelung des Blutgefässsystems am Schlusse des Capitels von der Blutcirculation.

§. 84.

Von den Lymphgefässen *). Der Bau der feinern Lymphgefässe, besonders aber ihr Anfang in den Geweben und Organen des Körpers ist noch wenig erkannt, doch wird im All-

*) Um nicht eine die physiologische Einsicht störende Trennung vorzunehmen, werden wir hier nicht bloss die feinsten Lymphgefässe, sondern die Lymphgefässe überhaupt betrachten.

gemeinen angenommen, dass sie ebenfalls ein feines Capillargefässnetz bilden, welches vorzüglich auf den Oberflächen der Organe ausgebreitet oder doch dort mehr als in dem Innern der Theile gekannt ist. Aus diesen Netzen sammeln sich die Gefässchen zu einzelnen grössern neben einander liegenden oft mit einander communicirenden Stämmchen, welche meist dem Laufe der Venen folgen, zum Theil oberflächlich unter der Haut, zum Theil in der Tiefe liegen, dichte Geflechte bilden und sich endlich alle in dem Milchbrustgange, *Ductus thoracicus*, vereinigen, welcher sich in die linke Schlüsselbeinvene ergiesst. An mehreren Stellen, als in der Kniekehle, in der Leistengegend, am Halse, in der Achselgrube, im Gekröse, an den Bronchien, vor den Brust- und Lendenwirbeln, bilden sie knäulähnliche Verwickelungen: die Lymphdrüsen. Von dem Darme aus führen die Lymphgefässe den Chylus, von dem übrigen Körper aus die Lymphe dem Blutgefässsysteme zu. Die Lymphgefässe fehlen in allen Geweben, welche kein Blut bekommen, also in den Horngebilden, den Zähnen, manchen Knorpeln, in der Krystalllinse, aber auch in einigen sehr gefässreichen Organen, als in dem Gehirne, dem Rückenmarke, dem Auge, dem Ohrlabyrinthe und in der Placenta. Sehen wir von der Placenta ab, so fehlen die Lymphgefässe in den Centralorganen des Nervensystems und den höhern Sinnesorganen, ein allerdings sehr merkwürdiges Zusammentreffen, wenn nicht spätere Untersuchungen auch an diesen Theilen noch dergleichen Gefässe nachweisen. In den Ventrikeln des Gehirns sah Arnold[1]) Aeste bis an die Substanz des Gehirns gehen; füllte er sie mit Quecksilber, so zerrissen sie, sobald das Metall bis an die Hirnmasse vorgedrungen war. Entweder endigten dort die Lymphgefässe blind und konnten den Druck des Metalles nicht ertragen, oder sie drangen in die Hirnmasse ein und wurden dabei so fein, dass sie bei dem angebrachten Drucke zerreissen mussten.

Was die Structur der Wand der Lymphgefässe anbelangt, so kann diese natürlich nur an den grössern Stämmchen unter-

---

1) Arnold, Bemerkungen über den Bau des Gehirns und Rückenmarks. Zürich 1838. p. 93 seq.

sucht werden und dann zeigen sie nach einwärts eine zarte Schicht Epithelium, darauf folgen zarte Ringfasern mit Längsfasern untermengt, letztere aber mehr nach aussen liegend und in die aus sich mannigfach kreuzenden Bindegewebsfasern bestehende äussere lockere Hautschicht übergehend. Auch an den Ring- und Längsfasern konnte ich nur den Charakter der Bindegewebsfasern erkennen, denen langgestreckte Kerne mit Kernfasern zahlreich beigemengt sind. Elastische Fasern, obgleich sie aus der Contractionsfähigkeit der Lymphgefässe zu vermuthen, auch von Krause[1]) und Bruns[2]) gesehen worden sind, konnte ich eben so wenig als die von Valentin[3]) beschriebenen eigenthümlichen Fasern auffinden und halte das, was man für elastische Fasern ansehen könnte, mit Henle für Bündel von Bindegewebsfibrillen. Die zahlreichen Klappen sind Verlängerungen der innersten Faserschicht mit Epithelium überzogen. In den feinsten Lymph- und Chylusgefässen scheinen die Klappen ganz zu fehlen, in den etwas grössern erscheinen sie als ringförmige Vorsprünge, welche bei einiger Erweiterung das Gefäss nicht völlig verschliessen, und erst in den grössern Gefässen erlangen sie ihre volle Entwickelung. Höchst interessant und wichtig erscheint mir aber der Reichthum der Lymphgefässe an capillaren Blutgefässen. Sucht man irgend ein stärkeres Lymphgefäss der Leistengegend oder woher es auch sei, so wird man gewöhnlich mit blossem Auge oder mit der Loupe auf demselben ein feines rothes Gefässchen sehen; dieses liegt noch in der äussern lockern bindegewebigen Schicht, von ihm gehen aber eine Menge nur mit dem Mikroskope zu verfolgende Capillaren aus, welche sich nun tiefer in die Membran des Lymphgefässes einsenken, so dass das ganze Lymphgefäss von einem zarten Netze der feinsten Blutgefässe umsponnen ist. Bringt man Essigsäure auf das Präparat, so unterscheiden sich die mehr einzeln liegenden rundlichen Kerne der Capillaren von den zahlreichen kleinern und langgestreckten Kernen, welche den Fasern der Lymphgefässhaut angehören. Ueber die Structur der feinsten Lymphgefässe fehlt es

---

1) Krause, Handbuch der menschl. Anat. I. 45. — 2) Bruns, Allg. Anat. 123. — 3) Valentin, Repert. II. 242.

uns noch ganz an Belehrung; überhaupt ist es merkwürdig, dass bei histiologischen Forschungen der verschiedensten Organe und Gewebe, in denen das Dasein der Lymphgefässe angenommen ist, man doch nicht auf dieselben stösst; sie müssen also, wenn sie nicht gefüllt sind, entweder so fein sein, dass sie sich der Beobachtung entziehen, oder grosse Aehnlichkeit mit andern Gewebtheilen haben, dass sie darum übersehen werden; doch kann man gewiss ohne Fehler annehmen, dass sie höchst einfach gebaut sind und nur aus einer der Zellenhaut ähnlichen Membran bestehen, denn wenn sie irgend complicirter wären, so müssten sie ein charakteristisches Ansehen haben und wären dann gewiss auch schon längst aufgefunden. In den Darmzotten kennen wir sie noch am besten, weil sie hier ohne anderweitige künstliche Präparation unmittelbar untersucht werden können, und trotz dem sind die Meinungen der besten Forscher über dieselben getheilt. Valentin[1]) glaubt, in den Darmzotten ein eintretendes und ein austretendes Gefäss und zwischen beiden schlingenförmige Verbindungen gesehen zu haben. Krause[2]) hat dagegen ein einziges Stämmchen dargestellt, welches sich am blinden Ende der Zotte in mehrere feine Zweige theilt, die theils unter einander wieder zusammenhängen, theils knopfförmig blind enden. Henle[3]) und Joh. Müller[4]) éndlich glauben, in jeder Darmzotte eine kleine Höhle annehmen zu müssen, von welcher das Chylusgefäss entspringt. Nach eignen Untersuchungen an Caninchen, Hunden und an einem Pferde ist mir eine solche Schlingenbildung, wie sie Valentin beschreibt, zwar nie vorgekommen, wohl aber sah ich in einem jungen noch säugenden Hunde besonders deutlich ein nur in der Axe der Zotte verlaufendes Chylusgefäss, welches gegen die Spitze hin sich theilte und überhaupt sich der Abbildung von Krause näherte. Bei einem jungen Selbstmörder, dessen Magen noch mit Speiseresten angefüllt war, fand ich dagegen in den Darmzotten eine deutliche Höhle und einen von dieser ausgehenden Canal (Tab. III. Fig. 17. d.). Auch

---

1) Valentin, in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. I. 684. — 2) Krause, in Joh. Müller's Archiv. 1837. p. 5. Tab. I. Fig. 1. — 3) *Henle, Symbolae ad anat. fig.* 12. *A.* u. Allg. Anat. 542. Tab. V Fig. 26. — 4) Joh. Müller, Physiologie. I. 4. Aufl. 206.

Herbst[1]) fand bei seinen zahlreichen Untersuchungen ähnliche Formen. Es mögen wohl, so wie in der äussern Form der Darmzotten, auch in der Anordnung der innern Theile einige Verschiedenheiten Statt finden; vielleicht dass in den breiten faltenförmigen Zotten ein netzartiger, in den keulenförmigen ein kolbiger Anfang des Chylusgefässes vorkommt. Fehlerhafte Beobachtungen werden auch durch unvollständige Anfüllung der Wurzeln der Chylusgefässe sehr leicht veranlasst.

An den grössern Lymphgefässen tritt noch eine eigne Bildung, die der Lymphdrüsen, auf. Dieses sind plattrundliche, längliche, röthliche Körper von 2 Linien bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Aeusserlich bemerkt man, dass auf der einen Seite Lymphgefässe in sie hineintreten, auf der andern Seite dergleichen meist stärker und geringer an Zahl herausgehen. Auf der nach aussen gewendeten Seite der Leistendrüsen sieht man besonders bei denen, welche mit Quecksilber gefüllt sind, eine Verwickelung der feinsten Lymphgefässe, auf der nach einwärts oder nach den Muskeln zugewendeten Seite dagegen weit stärkere Lymphgefässe. Auch die Structur im Innern der Lymphdrüsen bedarf noch ferner der sorgfältigsten Untersuchung; nur so viel weiss man, dass zahlreiche Capillaren die Lymphgefässe begleiten und umstricken und dass sich in den Lücken zwischen diesen verschiedenen Gefässen viele Bindegewebsfäden einmengen. Zerschneidet oder zerreisst man eine der grössern Drüsen, so fliesst natürlich der Inhalt der Lymphgefässe aus; dieser lässt nun unter dem Mikroskope nicht allein die gewöhnlichen Lymphkörperchen und die zufällig beigemengten Blutkörperchen, sondern auch eigne traubenartige Körper sehen, welche aus einer Menge von rundlichen Körnern von 0,001''' Durchmesser, die von Essigsäure nicht verändert werden, zusammengesetzt sind (Henle). Wenn man nun eine Lymphdrüse mit Quecksilber anfüllt, trocknet und dann aufschneidet, so bemerkt man eine Menge zelliger Räume, welche weiter als die eintretenden Lymphgefässe sind, mit einander zusammenhängen und welche Henle nicht für erweiterte

---

1) Herbst, Ueber das Lymphsystem und seine Verrichtung. Göttingen 1844. p. 34.

Lymphgefässe will gelten lassen, sondern für eigne geschlossene Räume hält, in denen jene eigenthümlichen Körperchen liegen sollen. Da in mit Quecksilber gefüllten Drüsen alle vorhandenen Räume sich anfüllen, also neben den angefüllten Lymphgefässen keine mit einer andern Materie erfüllten Zellenräume zu bemerken sind, so müssen jene von Henle angeführten Höhlen oder Räume doch mit den Lymphgefässen zusammenhängen und können nur Erweiterungen derselben sein. Auf und in den Häuten der Lymphgefässe der Drüsen verbreitet sich ein dichtes Netz zarter Capillargefässe, so dass der in diesen vorhandene Blutstrom nur durch eine sehr zarte Scheidewand von der Lymphe getrennt ist, also auch bei der Verschiedenheit beider Flüssigkeiten endosmotische Strömungen Statt finden. Die Lymphdrüsen würden sonach Verwickelungen von Lymphgefässen sein, an deren Wänden eine Menge Blutgefässe verlaufen, und um den Blutgefässen noch mehr Raum zur innigern Umstrickung der Lymphgefässe zu gewähren, gehen diese im Innern der Drüse in variköse Erweiterungen über. Ich kann daher jene von Henle bemerkten Körperchen nur als einen in den varikösen Räumen nach dem Tode erfolgten Niederschlag aus der Lymphe ansehen*).

Ueber das Ende der Lymphgefässe oder den Ort, wo die Lymphgefässe mit den Blutgefässen zusammenhängen, sind die Meinungen auch getheilt, jedoch kommen die meisten neuern Beobachter darin überein, dass beim Menschen nur ein Uebergang in das Blutsystem und zwar in die linke Schlüsselbeinvene Statt finde, bisweilen aber auch einige kleinere Lymphgefässstämme sich in die rechte Schlüsselbeinvene einmünden. Bei mehrern gelungenen Injectionen ist mir kein Uebergang an andern Stellen des Blutgefässsystems vorgekommen. Auch Mascagni[1])

---

*) Schon Mascagni kannte die innige Verwickelung der Blut- und Lymphgefässe (Geschichte und Beschreibung der einsaugenden Gefässe, herausgegeben von Ludwig. Leipzig 1789. p. 45.), so wie jene von Henle beschriebenen Räume und widerspricht Hewson, der dieselben auch als neben den Lymphgefässen gelegen betrachtet hatte.

1) Mascagni, Geschichte und Beschreibung u. s. w. 47.

hielt die bisweilen vorkommenden Uebergänge des Quecksilbers aus den Lymphdrüsen in Blutgefässe für künstlich*).

Die histiologische Entwickelung der Lymphgefässe ist noch gar nicht bekannt, doch müssen sie schon zeitig eine ziemliche Vollkommenheit erlangen, denn schon bei drei- bis viermonatlichen Embryonen sind nach Valentin's Angabe, die ich bestätigen kann, die Lymphdrüsen des Halses und des Unterleibes völlig in ihrer Form ausgebildet, und bei der Zartheit und Durchsichtigkeit des verbindenden Gewebes kann man die schönsten Verwickelungen der Lymphgefässe wahrnehmen. Bei einem siebenmonatlichen Fötus und bei mehrern Neugebornen untersuchte ich ganz frisch die Lymphe und fand die Lymphkörperchen ganz vollendet. Nach der Analogie zu schliessen, dürften die feinern Lymphgefässe wie die Capillaren der Blutgefässe aus Zellen entstehen, doch fehlt bis jetzt alle Erfahrung hierüber.

Lebenserscheinungen. Dass die Lymphgefässe eine ziemlich bedeutende Contractionsfähigkeit besitzen, lehren folgende Erscheinungen: 1) Die entleerten Lymphgefässe ziehen sich so zusammen, dass sie kaum zu finden sind, während sie an wassersüchtigen Theilen, so wie im Gekröse nach der Mahlzeit einen ziemlichen Durchmesser erhalten; sie können sich also wie die feinen Blutgefässe der in ihnen enthaltenen Flüssigkeitsmenge anpassen. 2) Der *Ductus thoracicus*, bald nach dem Tode unterbunden, entleert sich in dem zwischen der Unterbindung und der *Vena subclavia* gelegenen Stücke, und wird das hinter der Unterbindung bei Thieren gelegene Stück angestochen, so spritzt der Inhalt in einem Bogen hervor[1]). Der *Ductus thoracicus* verengert sich so kräftig, dass er seinen Inhalt aus sich heraustreibt. Schreger[2]) wollte früher Contraction des *Ductus thoracicus* nach mechanischen Reizungen gesehen haben, doch ist diese Beobachtung nicht ferner bestätigt worden, nur J. Müller[3]) be-

---

*) Einen interessanten Fall von abweichender Einmündung mehrerer Lymphgefässe beschreibt und bildet ab v. Patruban, in Joh. Müller's Archiv. 1845. p. 15.

1) Tiedemann u. Gmelin, Ueber die Wege u. s. w., an mehrern Stellen. — 2) Schreger, *De irritabilitate vasorum lymphaticorum. Lips.* 1789. *p.* 40. — 3) Joh. Müller, Physiol. I. 4. Aufl. 220.

merkte einige Zeit nach starker galvanischer Reizung des *Ductus thoracicus* einer Ziege unbedeutende Zusammenziehungen. Was von diesem grossen Lymphgefässe gilt, muss nach der unter 1. bemerkten Erscheinung auch für die kleinern Lymphgefässe gelten. 3) Da nun bei diesem steten Streben der Lymphgefässe nach Verengerung die zahlreichen Klappen einen Rückweg der Lymphe unmöglich machen, so muss die Lymphe stets gegen den *Ductus thoracicus* hingetrieben werden. 4) Aus demselben Grunde wird ein jeder äussere Druck auf ein Lymphgefäss den Inhalt nur vorwärts befördern können, daher wird an den Extremitäten das Spiel der Muskeln, am Rumpfe die Respirationsbewegung, in der Bauchhöhle die Bewegung der Eingeweide und der abwechselnde Druck der Bauchmuskeln den Lauf der Lymphe unterstützen. Sehen wir nun wohl ein, wie in den grössern Lymphgefässen der Inhalt vorwärts getrieben wird, so müssen wir jetzt auch untersuchen, auf welchem Wege der Inhalt in die Lymphgefässe tritt oder wie die Lymphgefässe resorbiren. Dabei müssen wir aber wohl unterscheiden die Absorption der Lymphgefässe im Darmkanale und die Resorption der Lymphgefässe in den übrigen Theilen.

1) Die Absorption durch die Lymphgefässe des Darmkanals ist so erwiesen, dass Niemand daran zweifeln kann: durch die stärkere Anfüllung derselben nach der Mahlzeit, durch die Natur des Chylus und durch die Folgen, welche Verstopfung der Gekrösdrüsen nach sich zieht, nämlich allgemeine Atrophie. Was nun die Aufsaugung selbst anbetrifft, so war es eine schon länger bekannte aber schwer zu erklärende Thatsache, dass von den in den Darmkanal gebrachten fremdartigen Stoffen die meisten nur im Blute, in der Lymphe dagegen gar nicht oder nur spät in unbedeutenden Spuren wieder gefunden wurden, und man war genöthigt, den Chylusgefässen eine gewisse Wahlanziehung zuzuschreiben, nach welcher sie die für sie passenden Stoffe auswählten, andere dagegen unberührt liessen. Valentin[1]) machte zuerst auf die Aehnlichkeit zwischen den Darmzotten und den einfachen

---

1) Valentin, in J. Müller's Archiv. 1839. p. 180.

Drüsen aufmerksam. Das aus der Darmzotte hervorgehende Lymphgefäss ist als der Ausführungsgang zu denken, und so wie in den Drüsen die feinsten Anfänge des Ausführungsganges mit Capillaren umsponnen sind, so sind hier die blinden Wurzeln der Chylusgefässe von einem zarten dichten Netze feiner Blutgefässe umstrickt (Tab. III. Fig. 7. a. Arterie, b. Vene, c. Lymphgefäss). Dazu kommt noch die eigenthümliche sich wesentlich immer gleich bleibende mikroskopische und chemische Natur des Chylus, welche denselben nicht als eine blosse Auflösung des Nahrungsstoffes, sondern als eine organisirte Flüssigkeit charakterisirt. Diese eigenthümliche Natur behält der Chylus mit geringen Modificationen bei, der Chymus des Darmkanals mag wechseln, wie er will. Bedenken wir nun, wie alles Wässerige und das in diesem Gelöste durch den in den Capillaren rasch vorbei fliessenden Blutstrom mit fortgenommen wird, wie durch die chemische Verwandtschaft der Stoffe im Blute und der im Chymus besonders die Aufnahme der Salze begünstigt wird, so wird man einsehen können, dass gewisse Stoffe zuerst und vorzugsweise im Blute gefunden werden müssen und im Chylus gar nicht erscheinen können. Auf diese Weise werden der von dem Darmkanale eindringenden Flüssigkeit des Chymus durch die Blutgefässe eine Menge Stoffe entzogen, so dass jene Flüssigkeit nun ganz verändert bis zu der in der Mitte der Darmzotte gelegenen Höhle oder bis zu dem Anfange des Chylusgefässes vordringen kann. Dabei ist aber unstreitig der Einfluss der Nerven, den wir oben schon in Bezug auf Bildung, Ernährung und Absonderung im Allgemeinen gewürdigt haben, auch mit in Anschlag zu bringen. Zwar ist dem Verfasser kein specieller Beweiss möglich, wie eben gerade hier die Nerven die Umwandlung des Chymus in Chylus fördern und unterstützen; wenn wir jedoch oben gesehen haben, wie die Absonderungen der Drüsen, die Spannung der Wände und das Lumen der Haargefässe unter dem speciellen Einflusse der Nerven stehen, die Darmzotten aber den einfachen Drüsencanälchen gleichzustellen sind, so können wir wohl mit hinlänglichem Grunde glauben, dass die Nerven auch hier von dem wichtigsten Einflusse seien. Der Chylus in den Chylusgefässen ist daher ein in den Darmzotten unter dem Einflusse des Nerven-

systems bereitetes organisches Bildungsproduct. (Vergl. hierüber noch die Bildung der Chyluskörper.)

Das Fortführen des gebildeten Chylus nach den weitern Gefässen geschieht durch folgende Hülfsmittel: 1) durch den immer neu gebildeten Chylus, der, wie eine *vis a tergo*, den früher gebildeten vor sich her treibt, wie wir es auch bei den Absonderungsproducten anderer Drüsen sehen; 2) durch die Contraction des Chylusgefässes und durch die Bewegungen des Darmkanals, welche beide einen Druck auf den Chylus ausüben; rückwärts kann er nicht, weil die Zotte geschlossen ist, folglich muss er vorwärts. Ueberhaupt ist das ganze Netz der Chylusgefässe, welches unter und auf der Muskelhaut des Darmkanals liegt, dem abwechselnden Drucke derselben ausgesetzt, wodurch der Fortgang des Chylus auf das beste unterstützt wird; auch fangen hier ja schon die Klappen an, welche den Lauf reguliren.

2) Ueber die Aufnahme und die Fortbewegung der Lymphe in den feinsten Lymphgefässen des übrigen Körpers fehlt es uns noch ganz an Belehrung; ist doch das Dasein der Lymphgefässnetze an vielen Orten noch gar nicht erwiesen, sondern nur angenommen, denn die vielbesprochenen Präparate von Fohmann[1]) und Panizza[2]), welche dadurch gefertigt wurden, dass die Canüle aufs Geradewohl eingestossen und nun die Zellgewebsräume mit Quecksilber gefüllt wurden, wodurch wohl auch Lymphgefässe durch Einreissen der Wände gefüllt werden konnten, haben nur wenig beweisende Kraft. Kennen wir aber nicht einmal die Form der Anfänge der Lymphgefässe, wie wollen wir die Art der Aufsaugung näher bestimmen können? wir sehen nur das Product der Aufnahme, der Aufsaugung, kennen aber den Act der Aufsaugung nicht. Einmal angenommen, es bestehe ein feines capillares Netz der Lymphgefässe, welches die meisten Theile des Körpers durchzieht, so ist die Aufnahme und Fortbewegung darum nicht weniger schwer einzusehen. Endosmose und Exosmose kann hier nicht zur Erklärung genommen werden, denn die

---

1) Fohmann, Das Saugadersystem der Wirbelthiere. Heidelberg 1827. — 2) *Panizza, Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. und *Sopra il sistema linfattico dei rettili. Pavia* 1833.

Lymphgefässe sind ja ursprünglich leer, sie bringen ja nichts herzu, sondern sollen nur etwas aufnehmen. Haben sie aber etwas aufgenommen, so ist es ja nur eben das Plasma, welches sie in den Zwischenräumen der Gewebe finden; sonach besteht keine Verschiedenheit zwischen der innerhalb und ausserhalb des Lymphgefässes befindlichen Flüssigkeit, es kann also auch keine Strömung Statt finden. Das einzige Hülfsmittel, worauf man gewiesen ist, ist die einfache Imbibition des Lymphgefässnetzes mit der parenchymatösen Flüssigkeit, die Fortbewegung muss man als eine einfache Folge der steten Bewegung der Muskeln ansehen, denn wenn diese feinen Gefässe Klappen haben, so wird durch jeden abwechselnden Muskeldruck die Lymphe fortbewegt werden. Wir haben aber allen Grund zu glauben, dass die Resorption der Lymphgefässe auch im Schlafe, in der Ruhe fortgeht, wo die Muskeln sich also nicht bewegen, und Mascagni[1]) beobachtete, dass, wenn er die Füsse stundenlang in Wasser stehen liess, sie also wenig oder gar nicht bewegte, die Leistendrüsen mit einigem Schmerze anschwollen. Doch wohl, weil ihnen durch die Lymphgefässe so viel Flüssigkeit zugeführt wurde, dass deren Aufnahme sie ungewöhnlich ausdehnte.

3) Doch nicht allein in Aufnahme und Fortbewegung, sondern auch in qualitativer Veränderung des Inhaltes besteht die Function der Lymphgefässe. Wir haben schon angeführt, dass nicht allein in den Lymphdrüsen Capillargefässe sich innig mit den Lymphgefässen verwickeln, sondern dass sie auch jedes Lymphgefäss mit einem dichten Netze umspinnen, folglich der Blutstrom nur durch eine dünne, zarte, häutige Scheidewand von dem Lymphstrome getrennt ist, demnach muss auch bei der Verschiedenheit beider Ströme nach endosmotischen Gesetzen stets ein Austausch von Stoffen Statt finden. Indem nun auf diese Weise die Lymphe und der Chylus Stoffe (Blutflüssigkeit) aufnehmen, werden sie dem Blute selbst immer ähnlicher und dadurch immer geneigter, bei ähnlicher chemischer Constitution auch ähnliche Formen in sich zu produciren, daher

---

1) Mascagni, Geschichte u. Beschreibung der einsaugenden Gefässe. 31.

bei manchem Thiere im *Ductus thoracicus* wirkliche Blutkörperchen vorkommen, welche nicht aus dem Blute eingedrungen, sondern im Chylus primär aus Elementarkörnern und Chyluskörperchen erzeugt sind (vergl. p. 257).

Recapitulation der Function der Capillaren der Blut- und Lymphgefässe. Die Capillaren der Blutgefässe lassen durch ihre zarten Wände das Plasma des Blutes an die Gewebe treten, zugleich führen sie auch eine Menge Sauerstoff herbei. Die Gewebe nehmen beides auf, das Plasma, um das Unbrauchbare zu ersetzen, den Sauerstoff, um das Unbrauchbare zu zersetzen und als Wasser, Kohlensäure, Harnstoff u. s. w. zur Ausführung geschickt zu machen. Diese Producte der Stoffmetamorphose treten auf angegebene Art grösstentheils an das abströmende Venenblut und geben demselben seinen eigenthümlichen Charakter. Das Plasma, welches bei diesem Processe noch in den Geweben übrig bleibt, wird zwar durch die Lymphgefässe aufgenommen und abgeführt, da es aber natürlich nicht frei von den Producten des Stoffumsatzes ist, so wird es als Lymphe dem Venenblute zugeführt, um mit diesem in den Lungen die Kohlensäure abzugeben.

In der Thierreihe kann das Lymphsystem erst dann auftreten, wenn das Blutsystem, besonders aber das Blut eine solche hohe Entwickelung erlangt hat, dass die Bildung der Blutkörperchen einer Vorbereitung bedarf, die es in den Lymphkörperchen findet; daher finden wir Lymphgefässe erst bei den Fischen, bei denen sie sich als ein ununterbrochenes Netzwerk über alle oberflächlichen und tiefliegenden Theile verbreiten, besonders aber die grössern Venen umstricken, dabei sehr weit, sackartig sind und statt der Klappen nur schwache Einschnürungen haben. Aehnlich verhalten sich die Lymphgefässe bei den Amphibien, nur dass die nackten dieser Thiere, nach Müller und Panizza, in der Beckengegend und am hintersten Theile des Halses eigne Lymphherzen haben. Die Lymphgefässe der Vögel sind enger, fester, die Klappen sind deutlicher, die Plexus nähern sich in ihrem Verhalten und Laufe mehr denen der höhern Thiere, auch treten hier zuerst Lymphdrüsen am Halse auf. Bei den Mammalien erlangen sie eine immer grössere Wichtigkeit, indem sich die Drüsen im-

mer mehr und mehr entwickeln, ihr Lauf sich immer mehr dem der Venen anschliesst, so dass das Lymphsystem der obern Ordnungen der Säugethiere nicht wesentlich von dem des Menschen abweicht.

§. 85.

Drüsen sind stets zusammengesetzte Gebilde, sollten daher nur im speciellen Theile betrachtet werden, allein um spätere Wiederholungen zu ersparen, wollen wir das Allgemeine derselben kurz anführen. Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft ist es schwer, eine kurze und scharfe Definition dessen, was eine Drüse ist, zu geben, da kaum ein anatomischer Charakter allen Drüsen eigen ist, und nimmt man, wie Henle[1]), nur die physiologische Energie als gemeinsamen Charakter an, dass sie nämlich dem Blute gewisse Stoffe entziehen, aber nicht im Interesse der eignen Ernährung, sondern um sie weiter zu befördern, entweder unmittelbar auf die Oberfläche des Körpers oder in Höhlen, wo sie dem Inhalte beigemischt und, wenn die Höhlen offen sind, ganz oder theilweise nach aussen geführt werden, so muss man die Matrix des Nagels mit hierher rechnen. Wir müssen daher der Henle'schen Definition noch einen anatomischen Charakter, den einer im engen Raume zusammengedrängten Fläche, beifügen. Da wir aber die Gefässdrüsen als dem Gefässsysteme angehörend betrachten, so müssen wir das Ergiessen des Absonderungsproductes in offene Höhlen festhalten und die geschlossenen Höhlen aus der Definition ausscheiden. Drüse würde demnach eine im engen Raume zusammengedrängte Fläche sein, welche dem Blute gewisse Stoffe entzieht, aber nicht im Interesse der eignen Ernährung, sondern um sie weiter zu befördern, entweder unmittelbar auf die Oberfläche des Körpers oder in offene Höhlen, wo sie dem Inhalte beigemischt und ganz oder theilweise nach aussen geführt werden.

---

1) Henle, Allg. Anat. 890.

Den Zweck, im engen Raume eine grosse Fläche darzustellen, erreicht die Natur auf verschiedene Weise. 1) Sie bildet geschlossene Bläschen, welche in ihrem Innern die Absonderung vollbringen und durch Platzen dieselbe entleeren. Einzelne geschlossene Bälge in der Schleimhaut des Darmkanals, die Graaf'schen Bläschen des Eierstockes. 2) Sie macht an einer flächenhaft ausgebreiteten Haut eine Art sackförmiger Ausstülpungen, auf deren innerer Fläche die Absonderung geschieht und welche durch die permanente Oeffnung abfliesst (Fig. 13. *a.*). Diese und die vorige Form scheinen durch Zwischenstufen in einander übergehen zu können. Offene Drüsenbälge in der Darmschleimhaut, *Glandulae sebaceae* der äussern Haut. 3) Von dieser einfachen Ausstülpung wiederholen sich die Ausstülpungen ein-, zwei-, drei- oder vielmal. Indem die Oeffnung zu einem Ausführungsgange wird, erhält zu gleicher Zeit das Ganze eine baumähnliche Verzweigung, deren Stamm der Ausführungsgang, deren Zweige die Ramificationen und deren Blätter die letzten erweiterten oder nicht erweiterten blinden Enden desselben sind (Fig. 13. *b. c. d.*). 4) Die Natur bildet lange enge Röhren, welche entweder mehr gestreckt dicht gedrängt neben einander liegen, mit ihren äussersten Enden wohl auch anastomosiren, Nieren, oder vielfach gewunden den Lappen einer ganzen Drüse darstellen, Hode. (Fig. 13. *e.*) Die Natur hat die grösste Fläche im engsten Raume dann zusammengedrängt, wenn in einem bestimmten Raume möglichst viel der feinsten Secretionscanälchen angehäuft sind.

Fig. 13.

a. b. c. d. e.

Wir haben nun bei diesen Drüsen zu betrachten die Grundlage der Drüse oder die Drüsencanälchen, die Blutgefässe, die Lymphgefässe, die Nerven und die Epithelien auf der offenen Fläche der Canälchen. Die Grundlage oder die Drüsencanälchen scheinen in ihren letzten spitzen oder auch kolbigen und knopf-

förmigen Endigungen aus einer einfachen Membran ohne deutliche Spur einer Faserung zu bestehen; in den grössern, aus Vereinigung mehrerer der feinsten Canälchen entstandenen Gängen finden wir aber schon mehrere Elemente; zuerst bemerkt man Fasern mit dem Charakter des Bindegewebes; in den Gängen sehr grosser Drüsen, z. B. in den Gallengängen, den Ureteren, treten auch Fasern mit dem Charakter der glatten Muskeln auf, daher diese Gänge auch eine deutliche peristaltische Bewegung zeigen können. Wenn die Ausführungsgänge der Drüsen die Haut oder Schleimhaut durchbohren, so verweben sich daselbst die Fasern beider Gebilde mit einander.

Die Blutgefässe der Drüsen sind meistens dicht und zahlreich (Leber), doch hier und da verhältnissmässig sparsam (Speicheldrüsen). Der Stamm der zuführenden Arterie tritt oft da ein, wo der Ausführungsgang heraustritt (Niere, Lunge) und läuft anfangs neben demselben fort, folgt auch wohl dessen erster Theilung. In andern Drüsen (Speicheldrüsen, Pancreas) bemerkt man ein solches Begleiten nicht. Die feinern und feinsten Blutgefässe bilden Netze, welche die Drüsengänge in verschiedenen Formen umspinnen. Die feinsten Blutgefässe einer Drüse haben gewöhnlich einen kürzern Durchmesser als die feinsten Absonderungsgänge. Einen unmittelbaren Uebergang der Blutgefässe in die Drüsengänge, wie ihn von den Aelterern besonders Ruysch[1]) und Platner[2]), von den Neuern Berres und Hyrtl lehrten, habe ich nie wahrnehmen können. Auch widersprechen solchen Uebergängen die physikalischen Gesetze und die Verschiedenheit der Absonderungsproducte. Die Venen gehen bald an den Arterien wieder zurück (Niere, Lunge, Hode), bald treten sie an andern Stellen mit mehrern Zweigen hervor (Speicheldrüsen, Leber).

Die Lymphgefässe der Drüsen scheinen, soweit sie gekannt sind, zahlreich aus der Substanz der Drüsen hervorzukommen und verbinden sich mit den nächsten Plexus. Die Nerven der Drüsen scheinen nicht sehr zahlreich zu sein (da die Drüsen

---

1) *Ruysch, Adversar. Dec. II.* 6. 7. *Dec. III.* 7. — 2) *E. Platneri quaestionum physiol. libri duo.* 92.

im Allgemeinen wenig empfindlich sind) und besonders mit den Blutgefässen einzudringen. Dieselben gehören keineswegs überall den sympathischen Geflechten an, denn z. B. die Thränendrüse bekommt ihre Fäden aus dem *Trigeminus* und die Milchdrüse aus den Intercostalnerven, die grössern in und an dem Unterleibe gelegenen Drüsen erhalten aber ihre Zweige meist aus dem Sympathicus, wie Leber, Pancreas, Nieren und Hoden. Wie sich die Primitivcylinder innerhalb der Drüsen verhalten, ist erst noch durch sorgfältige Untersuchungen erfahrungsmässig zu ermitteln. Der Analogie mit den Haargefässen nach muss man glauben, dass sie sich, wenn auch nicht an den feinsten ganz einfachen Drüsencanälchen, doch an denen schlingenförmig enden, welche schon mit contractilen Fasern versehen sind. Alle diese Elementartheile der Drüsen, die Drüsengänge, Blut- und Lymphgefässe nebst Nerven, sind lockerer oder fester durch Bindegewebe mit einander verbunden; wo dieses Bindegewebe dicht ist und gleichsam das Lager bildet, auf und in welchem die übrigen Gewebe liegen, nennt man es auch Stroma (Eierstöcke).

Von dem Vorgange der Absonderung haben wir in mancher Beziehung noch keine klare Vorstellung, doch hängt sie mit der Ernährung unmittelbar zusammen und folgende Punkte sind besonders zu berücksichtigen: 1) Der Bau und das Verhalten der Drüsencanälchen, aus dem wir zwar nur wenig schliessen können, jedoch annehmen dürfen, dass, je dünner und einfacher die Wände der Drüsencanälchen sind, desto leichter gasige, wässerige und in diesen auflösliche Stoffe, ähnlich wie bei den serösen Häuten, hindurchtreten, dass dagegen ein complicirteres specifisches Product zu erwarten ist, wenn zur Darstellung der Drüsencanälchen mehrere Elementargewebe zusammentreten (Leber). Zwar finden wir, dass beim Menschen für alle aus dem Blute auszuscheidenden Stoffe eigenthümlich gebaute Drüsen vorhanden sind, allein in der Thierreihe ist doch der Bau einer und derselben Absonderungsdrüse höchst verschieden; so besteht die Leber der Insecten aus einer Menge blinddarmähnlicher Schläuche, Gallengefässe genannt, und doch sondert sie eben auch Galle ab; die Hodencanälchen werden bei den Wirbellosen und den Wirbelthieren von der verschiedensten Form gesehen und doch bilden

sie überall wirklichen Saamen. Also aus der Form der Drüse können wir das Specifische der Absonderungen nicht erklären. 2) Die Quantität und Qualität des der Drüse zugeführten Blutes. Je grösser die Menge des einer Drüse zugeleiteten Blutes ist, desto reichlicher ist auch die Absonderung. Congestionen nach der Leber bewirken einen *Status biliosus.* Hierauf beruht zum Theil der zwischen den einzelnen Absonderungen bemerkbare Antagonismus. In Bezug auf die Qualität des Blutes ist zu bemerken, dass alle normal im Blute enthaltenen Stoffe auch in einer oder der andern Absonderung vorkommen. Eistoff, Faserstoff, Käsestoff, Kohlensäure, Galle [?] *), Harnstoff, Extractivstoffe und Salze kommen in den verschiedenen Absonderungen vor. Wir finden aber in den einzelnen Absonderungen noch Stoffe, welche bis jetzt in dem Blute noch nicht nachgewiesen werden konnten, als: Bilin, Harnsäure, Milchzucker, Milchsäure, Salzsäure und Pepsin, letztere im Magensafte, so wie noch einige andere Stoffe von weniger allgemeinem Werthe. Wenn nun von diesen Stoffen das Bilin und die Harnsäure noch nicht im Blute selbst nachgewiesen worden ist, so liegt der Grund wohl darin, dass sie in demselben stets in so geringer Menge enthalten sind, dass sie auf unsere Reagentien keine Veränderung zeigen, denn bei der Stoffmetamorphose erzeugt, werden sie so rasch als möglich dem Absonderungsorgane zugeführt und daselbst ausgeschieden. Dasselbe gilt vielleicht auch von dem Milchzucker, denn so oft er auch bei Krankheiten, namentlich bei der honigartigen Harnruhr, im Blute gefunden worden, ist er doch im gesunden Blute, so viel mir bekannt, nur von Simon[1]) einmal bemerkt worden. Ueber die Milchsäure stehen sich die Meinungen noch gegenüber und über die Entstehung der Salzsäure und des Pepsin im Magen sind wir noch ganz im Dunkeln. In Bezug auf krank-

---

*) Wenn es sich bestätigt, dass Bilin, gallensaures Natron in Hydroceleflüssigkeit und ähnlichen Absonderungen vorkommt, wie Heller im Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie, Jahrg. 1844. p. 217. angiebt, so muss man auch die Galle als bereits im Blute gebildet annehmen, da sie in eine Hydrocele nur durch Ausschwitzen aus dem Blute kommen kann.

1) Simon, Med.-analyt. Chemie. II. 94. 221.

hafte Zustände ist es bekannt, dass Wässrigkeit des Blutes wässrige, wenig concentrirte Absonderungen bedingt, wie wir nach Blutverlusten und bei leukophlegmatischen Personen sehen. Im *Status putridus* neigen sich alle Absonderungsproducte zur schnellsten Zersetzung hin. Ganz normal sehen wir ein Schwanken des Harnstoffes nach der Verschiedenheit der genossenen Nahrung (vergl. S. 163). Dass eine mehr lebendige oder mehr träge Thätigkeit der aufsaugenden Gefässe, der Venen wie der Lymphgefässe, von entschiedenem Einflusse auf die Concentration der Absonderungen sein müsse, leuchtet ein. Von dem Einflusse des Nervensystems auf die Ernährung haben wir oben S. 274. schon gesprochen; auf die Absonderung in den Drüsen wird dasselbe nun einen ganz ähnlichen Einfluss ausüben. Von der Stärke der Innervation hängt die Spannung in den Wänden der Blutgefässe, also deren Lumen, die Menge des zuströmenden Blutes, der Durchgang des Plasma durch die Gefässwände ab; ähnlich wird nun auch die Wirkung der Nerven auf die Absonderungscanälchen sein. Möglich, dass die Innervation gleich einem electrischen Strome auch einen vitalchemischen Einfluss auf die specifischen Absonderungen ausübt.

Das Zustandekommen einer Absonderung hängt innigst mit der Ernährung zusammen und man könnte sich dasselbe in folgender Art vorstellen. Das in den Capillaren der Drüse strömende Blut giebt unter dem Einflusse des Nervensystems mehr oder weniger concentrirtes Plasma in grösserer oder geringerer Menge nach allen Seiten hin an seine Umgebung ab; es wird aber das Plasma am reichlichsten dorthin fliessen, wo es den wenigsten Widerstand findet, d. i. in den Drüsencanälchen. Ausserdem wird die Beschaffenheit des Absonderungsproductes noch abhängen von der Dicke der Wände und der Weite der Drüsencanälchen, so wie von der Thätigkeit der aufsaugenden Gefässe. Stoffe, mit denen das Blut krankhafterweise überfüllt ist, gehen in alle Absonderungen über (Gelbsucht, urinöser Schweiss u. s. w.), die jeder Absonderung eigenthümlichen Stoffe werden aber von den Absonderungscanälchen, wieder unter dem Einflusse des Nervensystems (?), besonders aus dem Plasma angezogen und abgeführt. Ist nun das Absonderungsproduct ein nicht ferner organisirbares,

sondern nur ein chemischer Ausscheidungsstoff, wie die Kohlensäure, der Harn, die Galle, die Extractivstoffe, so tritt es auch nur als Auflösungen ohne wesentliche Organisation nach aussen, kann daher auch, wenn es krankhafterweise im Blute zurückgehalten werden, überall, besonders aber in jedem Absonderungsorgane, durchschwitzen (Gelbsucht u. s. w.); ist es aber ein organisirbarer Stoff, so enthält es eben so gut wie Blut und Lymphe das Zeichen der in ihm regen organisirenden Kraft, die lebendige, nicht verhornte Zelle, welche ihre eignen Metamorphosen durchgeht (Speichelkörper, Milchkörper, Saamenzellen). Diese Stoffe, als eigenthümlich organisirt, können sich im Blute nie anhäufen, nie in andern Absonderungsorganen ausschwitzen, sie sind weit mehr von der Beschaffenheit des Absonderungsorgans abhängig, daher Saamen- und Milchabsonderung bei den verschiedensten Krankheiten ungestört selbst bisweilen zum Nachtheile des ganzen Organismus fortdauert; daher ist es möglich, dass selbst bei männlichen Thieren und Männern wirkliche Milchabsonderung Statt finden kann. Schlossberger[1]), v. Humboldt[2]).

Dass auch hier keine scharfe Grenze sei, dass die indifferente Epitheliumzelle des Absonderungscanals in die specifische Zelle des Absonderungsproductes übergehe, leuchtet ein. Die Harncanälchen der Nieren sind dicht mit weichen Zellen und Kernen besetzt; diese müssen auch für die Absonderung des Harns von Einfluss sein. Haben sie eine Zeit lang dieser Absonderung gedient, so müssen sie sich auflösen, denn im Harne selbst findet man sehr sparsam zerstreute Zellen, welche dem Epithelium der Ausführungsgänge angehören. Hier dient also die Zelle nur der Absonderungsthätigkeit, sie gehört nicht dem Absonderungsproducte an. In der Milch, dem Saamen dagegen ist das Verhältniss ein ganz anderes; hier gehören die Zellen, sie seien vollendet oder nicht, dem Absonderungsproducte wesentlich an. Die Zellen der erstern Art würden in folgender Weise für die Absonderung selbst wirksam sein. Dieselben bilden sich unstreitig aus dem die

1) Schlossberger, in Wöhler u. Liebig's Annalen d. Chemie u. Pharmac. LI. 431. — 2) v. Humboldt, Reisen in die Aequinoctialgegenden. II. 40.

Drüsencanälchen durchdringenden und bei diesem Durchdringen schon veränderten Plasma; indem sie sich bilden, nehmen sie gewisse Stoffe für sich in Anspruch, ändern schon dadurch die zurückbleibende Flüssigkeit chemisch um und indem sie im fernern Verlaufe ihres Wachsthums durch Unterhalten endosmotischer Ströme die umgebende Flüssigkeit noch ferner verändern, können sie dieser einen specifischen Charakter aufprägen. Ist nun so weit die Darstellung des Absonderungsproductes geschehen, so giebt es an demselben nicht mehr viel zu ändern, zu bilden; die Zellen lösen sich wieder auf und können dadurch wiederum die specifische Natur des Absonderungsproductes bestimmen. Die Zellen der zweiten Art würden aus folgenden Gründen nothwendig und wirksam sein. Wir haben früher gesehen, dass nur in der Bewegung des thierischen Stoffes Leben, im Stillstande Tod ist. Die Absonderung nun, deren Thätigkeit noch nicht geschlossen ist, muss in steter Bewegung erhalten werden, was nur durch das Beimischen vieler Zellen, welche sich in dem Absonderungsproducte nicht auflösen, möglich ist; durch diese werden stets endosmotische Ströme unterhalten, und so lange diese bestehen, ist die Flüssigkeit noch als organisationsfähig zu betrachten, daher besonders in der Milch, den Graaf'schen Bläschen, dem Saamen Zellen wesentlich nothwendig sind.

Der Nutzen der Drüsen ist ein sehr mannigfaltiger, theils ein mehr allgemeiner, auf die Blutmischung wirkender, theils ein specieller, auf besondere Functionen sich beziehender. Zu den dem allgemeinen Leben des Blutes dienenden Drüsen gehören die Collutorien, welche die bei der Stoffmetamorphose gebildeten Stoffe aus der Blutmasse entfernen, also die Lungen, Nieren, Leber, Haut, deren Wichtigkeit und allgemeinen Einfluss wir schon oft berührt haben. Die einem speciellen Zwecke dienenden Drüsen sind zwar in ihrer Gesammtheit ebenfalls von dem wichtigsten Einflusse auf die Blutmischung, einzeln aber kann die eine oder die andere ihre Function kürzere oder längere Zeit oder auch für immer einstellen, ohne dass dadurch das Leben unmittelbar gefährdet wird.

Diese ein specifisches Product liefernden Drüsen dienen entweder dem Leben des Individuum oder dem Leben der Gattung.

Dem Leben des Individuum sind angehörig in der vegetativen Sphäre: alle Drüsen des Verdauungscanals vom Munde bis zum After. Dem animalen Leben, besonders aber den Sinnesorganen sind folgende Drüsen beigegeben: die Thränendrüsen, die Meibom'schen Drüsen, die Thränencarunkel, die Ohrenschmalzdrüsen, die Speicheldrüsen des Mundes, die Talgdrüsen der Haut. Dem Geschlechtsleben angehörig sind: die Hoden, die Prostata, die Cowper'schen Drüsen, die Talgdrüsen der Geschlechtstheile, die Eierstöcke, die Milchdrüsen.

Entwickelung der Drüsen. Nachdem man die Idee aufgefasst hatte, die Drüsencanälchen seien Ausstülpungen einer Schleimhaut, neigte man sich (Rolando, v. Baer, Rathke, E. H. Weber, zum Theil auch J. Müller und Valentin) zu der Meinung hin, die Drüsen entstünden auch durch wirkliche und sich oft wiederholende Ausstülpung der Schleimhaut, doch J. Müller[1]) bemerkte schon an der Parotis, dass deren feinere Drüsencanälchen unabhängig von dem Ausführungsgange in dem Blastem entstehen. Bald theilte Valentin[2]) von den Nieren und den Hoden ähnliche Beobachtungen mit, und so hat man jetzt ziemlich allgemein die Ausstülpungstheorie in der Entwickelungsgeschichte der Drüsen verlassen, besonders da Reichert[3]) auch für die Leber und das Pancreas die isolirte Entstehung der Drüsencanälchen nachzuweisen sich bemüht hat. Auch Bischoff[4]) sagt von diesen drüsigen Anhängen des Darmcanals, dass sie zwar aus einer kleinen Ausbiegung der innern und äussern Darmhaut entstünden, welche Ausbiegung aber durchaus nicht hohl sei, sondern dieses erst später werde, und dass man den ganzen Vorgang nicht wohl eine Ausstülpung, sondern eine Wucherung oder Knospung nennen könne.

Die Entwickelung der Drüsen aus dem Blastem, die sich am leichtesten an der Parotis beobachten lässt, geschieht, soweit sie bis jetzt bekannt ist, in folgender Art. Das Blastem, welches sich nach und nach von seiner Umgebung abgrenzt, nimmt ungefähr die äussere Form der künftigen Drüse an, wird also z. B. bei

1) *J. Müller, De gland. secernent. structura.* 60. — 2) Valentin, Entwickelungsgeschichte. 523. — 3) Reichert, Entwickelungsleben. 51. u. 189. — 4) Bischoff, Entwickelungsgeschichte. 312.

gelappten Drüsen am Rande eingekerbt. Im Innern besteht dieses Blastem aus vielen kernhaltigen Zellen und Plasma, die Zellen gruppiren sich in Häufchen, verbinden sich dadurch dichter mit einander, und während die im Innern liegenden zu zerfliessen scheinen, bilden die äussern die *Tunica propria* eines Drüsenbläschens. Sobald die Wand vollendet ist, beginnt im Innern die Bildung von Epithelialzellen, welche die kleine Höhle anfüllen und ihr ein weisses Ansehn geben. Diese so isolirt entstandenen Drüsenbläschen münden später wahrscheinlich durch Dehiscenz in einen benachbarten Drüsengang ein. Durch Wiederholung dieses Processes in dem sich vergrössernden Blastem wächst die Drüse. Diese Darstellung des Entwickelungsganges der Drüsenbläschen scheint mir nach dem, was ich an der Haarzwiebel, der Parotis und der Thränendrüse gesehen habe, die richtige zu sein; sie stimmt auch ziemlich mit dem überein, was Valentin[1]) früher darüber sagte, doch sind diesem Forscher bei seinen Untersuchungen der Entwickelung des Lungengewebes[2]) wieder einige Zweifel über die Isolation der Höhlung der Lungen- und Drüsenbläschen von dem Drüsengange beigekommen und seine dazu gegebenen Abbildungen können allerdings diese Zweifel rechtfertigen. Die hier vorgetragene Ansicht über die Entstehung der Drüsenbläschen tritt ganz in Harmonie mit dem, was Valentin[3]) über die Entstehung der Cavitäten oder grössern Drüsengänge sagt: „Die vorliegenden Drü„sen betreffend, so zeichnet sich das Blastem da, wo die Cavität „sich bildet, zuerst durch grössere Durchsichtigkeit und hellern „Farbenton aus, insofern als, im Gegensatze zu der etwas gelb„lichen übrigen Masse, die in der Umänderung begriffenen Stel„len fast ganz farblos erscheinen. Auch haben sie offenbar „eine etwas geringere Consistenz, sind weniger zäh und lassen „in allen Beziehungen schliessen, dass sie flüssiger als die ur„sprüngliche Blastemmasse seien. Bald aber zeigt sich an der „Stelle der Höhlenbildung eine helle, farblose, rein flüssige Masse „und eine aus rundlichen Körnern bestehende Peripherie. Die

1) Valentin, Entwickelungsgeschichte. 523. — 2) Valentin, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. 744. — 3) Valentin, in J. Müller's Archiv. 1838. p. 528.

„letztere überwiegt bedeutend und geht äusserst rasch in das „sehr dicke *Epithelium cellulloso-nucleatum* über, welches nach „aussen hin durch zahlreiche neue Lagen mächtig verstärkt wird, „während die innern sich loslösen, in den mit Flüssigkeit gefüll- „ten Innenraum fallen. — Noch ehe die isolirten Höhlungen mit „einander in Communication treten, sind die noch gesonderten „Cavitäten überall von solchen als Körner erscheinenden Zellen „gefüllt. — Die secundäre Vereinigung der ursprünglich ge- „trennten Höhlungen der Drüse scheint durchaus gleichen Ge- „setzen als deren erste Bildung zu folgen." — Die der Drüse nöthigen Blutgefässe, Nerven u. s. w. bilden sich neben den Drüsencanälchen aus demselben Plasma.

Viertes Capitel.

Allgemeine Gesetze der Lebenserscheinungen.

§. 86.

L e b e n s e r s c h e i n u n g e n sind solche Zustände oder Veränderungen der sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften organischer Körper, durch welche wir das Dasein des Lebens erfahren, durch welche das Leben für uns erst in die Erscheinung tritt. Da für uns aber das Leben eben nur durch seine Erscheinungen vorhanden ist und Leben ohne derartige Erscheinungen für uns gar nicht existirt, so ist eben die Erforschung der Gesetze, nach denen dieselben auftreten, sich verändern und nach einiger Zeit wieder schwinden, das Wichtigste für den Arzt und Naturforscher, aber auch das Einzige, was wir von dem Leben erfahren können. Die Lebenserscheinungen sind 1) entweder ein Zustand, an dem man bei nur kurzer Beobachtung keine Veränderung, keine mechanische oder chemische Bewegung wahrnehmen kann, jedoch bei sorgfältig und längere Zeit fortgesetzten Untersuchungen doch einige Veränderungen bemerkt, die mit den gewöhnlichen Erscheinungen des Lebens übereinkommen; diesen gleichsam mehr passiven Zustand sehen wir in dem l a t e n t e n L e b e n

der Saamenkörner und Eier; 2) oder eine bald mechanische bald chemische Bewegung der organischen Masse, die wir jeden Augenblick, also ohne besonders angestellte längere Untersuchungen wahrnehmen können. Diese folgen eben so wie vorige ihren eignen Gesetzen und bilden in ihrer Gesammtheit das manifeste Leben.

§. 87.

Das latente Leben eines Saamenkornes, eines Eies bietet für gewöhnliche einfache Beobachtung keine auf sichtbare Veränderungen der Masse gegründete Erscheinungen dar und doch widersteht dasselbe den gewöhnlichen zerstörenden Einflüssen der Aussenwelt. Saamenkorn und Ei hat seine eigenthümliche Mischung und seine eigenthümlichen Gewebe, welche sie zu erhalten streben; beides ist aber nur bei einem gewissen Stoffwechsel, sei dieser auch noch so gering, möglich, und genauere Forschungen haben gezeigt, dass derselbe wirklich Statt findet. Sonach ist aber zwischen latentem und manifestem Leben nur ein gradweiser Unterschied zuzugestehen, wesentlich sind sie einander gleich.

Wie lange ein Saamenkorn, ein Ei in dem latenten Zustande seines Lebens bleiben kann, ist nach Gattung, Art, Individualität und äussern Verhältnissen sehr verschieden. In unsern Climaten sind die meisten Saamen, so wie die meisten im Herbste gelegten Eier der Vertebraten bestimmt, den Winter über ruhig in dem latenten Zustande zu verbleiben und im nächsten Frühjahre erst zur Entwickelung des manifesten Lebens zu gelangen. Zwar besitzen sie die Fähigkeit, unter günstigen Umständen eher und unter nicht dazu geeigneten Verhältnissen weit später zur Ausbildung zu gelangen, doch behaupten erfahrene Oeconomen, dass die Saamenkörner der Getreidearten, welche zu zeitig zur Aussaat benutzt werden, nicht so kräftige Pflanzen treiben als ältere Saamen. Wenn die Temperatur, der Feuchtigkeitsgrad und die Luft gerade so sind, dass der Keim nicht zur Entwickelung kommt, aber auch nicht zerstört wird, so erhalten sich die Saamen oft unglaublich lange keimfähig. So fand Wildenow[1]) die Saamen

1) Wildenow, Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. II. 290.

von *Cassia fistula* noch nach 100 Jahren und die von türkischem Weizen noch nach 300 Jahren keimfähig, und Dwight[1]) will ein Insect gesehen haben, dessen Ei 80 Jahre lang in einem Baumstamme eingeschlossen gewesen war und sich dann noch entwickelte.

Beim Menschen kommt ein solches latentes Leben als Scheintod vor, in dem auch alle zum Leben nothwendigen Functionen auf das Minimum herabgesunken und die animalen Functionen gewöhnlich ganz aufgehoben sind. Ueber die Dauer des Scheintodes kann man kein bestimmtes Maass angeben; dieselbe hängt von Alter, Constitution u. s. w. des scheintodten Subjectes, hauptsächlich aber von der veranlassenden Ursache ab. War nämlich bei völliger Integrität des Organismus nur Entziehung eines zum Leben nöthigen Reizes die Ursache, z. B. bei Erfrorenen, so kann der Scheintod ziemlich lange anhalten, war aber eine Verletzung des Organismus, sei diese eine mechanische oder chemische, z. B. Athmen irrespirabler Gase, die Ursache des Scheintodes, so geht er, wenn nicht bald Hülfe kommt, leicht in wirklichen Tod über. Neugeborene können länger scheintodt bleiben als Erwachsene, doch ist auch bei ihnen eine Stunde schon lange und Fälle von noch länger anhaltendem Scheintode werden selten sein. Interessante Beispiele von Scheintod erzählen Wagner[2]) und Walther[3]): ein neugeborenes Kind hatte wenigstens eine Viertelstunde unter einem Sandhaufen 1 Fuss tief verscharrt zugebracht, ein anderes acht bis zehn Stunden, und beide waren doch wieder ins Leben zurückgerufen worden. Erfrorene und besonders im Schnee Versunkene sollen bis zu 7 Tagen, als den äussersten Termin, scheintodt zugebracht haben. Allerdings ist auch gerade bei Erfrorenen und im Schnee Begrabenen ein längerer Scheintod am ersten möglich, denn Entziehung der äussern Wärme, aber nur bis zu einem gewissen Grade, ist bei völliger Integrität des Organismus die Ursache des Scheintodes. Der Schnee giebt eine gegen tiefere Kälte schützende Decke, daher Respiration und Kreislauf beschränkter-

---

1) Dwight, in Froriep's Notizen. VII. 194 seq. u. Burdach, Die Physiologie. II. 17. — 2) Wagner, Zeitung v. Verein für Heilk. in Preussen. 1838. No. 3. — 3) Walther, N. Ztschr. f. Geburtsk. XVI. 2.

maassen fortbestehen kann. Der Zustand der Erfrorenen, aber noch nicht Gestorbenen lässt sich mit dem Winterschlafe gewisser Thiere vergleichen. Im Wasser oder in irrespirablen Gasarten Verunglückte sterben bald; Rudolphi[1]) sah nie einen Menschen gerettet werden, der über eine halbe Stunde im Wasser gelegen hatte, denn im Wasser oder in irrespirabler Luft treten zur Entziehung gewohnter Reize noch directe Schädlichkeiten hinzu. Die Ohnmacht oder der Scheintod kann aber auch durch übermächtige Reize, besonders auf das Nervensystem, herbeigeführt werden, geht aber dann meist wieder in den gesunden Zustand über, doch bleiben bisweilen Lähmungen einzelner Theile zurück, ja es kann auch der wirkliche Tod plötzlich folgen. Es mögen dann selbst materielle Veränderungen in der feinern Structur des Nervensystems eingetreten sein.

§. 88.

Die deutlichen den Sinnen wahrnehmbaren Erscheinungen, wie sie gewöhnlich das Leben begleiten, manifestes Leben, müssen sich alle auf Stoffwechsel und Bewegung der mechanischen und chemischen Moleciüle reduciren lassen; selbst die Empfindung, diese rein subjective Lebenserscheinung, müssen wir uns als Fortpflanzung des empfangenen Eindruckes von der Peripherie nach dem Centrum denken. Es ist für uns überhaupt keine Lebensthätigkeit ohne Bewegung denkbar. Absolute Ruhe ist Ausgleichung der Gegensätze, Tod.

Die Gesammtheit der Lebenserscheinungen giebt das Leben. Wir können nichts über das Leben wissen, als was uns die Lebenserscheinungen lehren. Daher die Wichtigkeit derselben, und unser ganzes Studium kann nur darauf gerichtet sein, die Gesetze kennen zu lernen, nach denen diese Erscheinungen im gesunden und kranken Leben auftreten (Physiolgie und Pathologie), und, wenn sie von der Norm abgewichen, wieder zu dieser zurückgeführt werden können (Therapie).

Diese Lebenserscheinungen treten nun zu bestimmten Zwecken in Gruppen zusammen, die sich wieder an gewissen Organen und Systemen darlegen und die wir dann Functionen nennen.

1) Rudolphi, Grundriss der Physiologie. I. 279.

So haben wir schon in der Einleitung vegetative, animale und humane Functionen unterschieden; jede derselben besteht wieder aus einer Reihe von untergeordneten Functionen. So zerfallen die vegetativen Functionen in die Aufnahme der Stoffe, d. i. Verdauung, deren Verähnlichung, d. i. Assimilation und Blutbereitung, Verführen der verähnlichten Stoffe in alle Theile des Körpers, d. i. Blutcirculation und Ernährung, in die Trennung und Abscheidung des nicht mehr brauchbaren Materials, d. i. Excretion. — Heben wir eine dieser Functionen aus, um an ihr beispielsweise zu zeigen, wie sie aus einer ganzen Reihe einfacher Erscheinungen besteht. Die Verähnlichung ist die Aufnahme des bei der Verdauung aus den Speisen bereiteten brauchbaren Stoffes in die Chylus- und Blutgefässe, Umwandelung des Chylus in Blut und des Venenblutes in Arterienblut. Das Erste ist eine chemische Fortbildung des aufgenommenen Materials des Chylus, diese ist aber nur möglich, wenn der Chylus mit schon vollendetem Nahrungssafte, mit Blut, in Wechselwirkung tritt, diese setzt aber wieder Bewegung des Chylus und einen solchen Bau der Chylus- und der Blutgefässe voraus, dass beide Flüssigkeiten nahe bei einander, nur durch eine dünne häutige Wand getrennt, vorbeiströmen. Letztere Bedingung sehen wir vorzüglich in den Lymphdrüsen erfüllt, und dann müssen Blut und Chylus als verschiedene aber verwandte Flüssigkeiten durch endosmotische Strömungen Stoffe austauschen. Doch würde das Gleichgewicht zwischen beiden Stoffen bald hergestellt sein, wenn nicht beide in steter Strömung begriffen wären. Diese Bewegung verlangt aber zu ihrer Ausführung manches mechanische und dynamische Hülfsmittel. Dahin gehören in den Chylusgefässen zunächst die Klappen und die Contractionsfähigkeit der Gefässwände, ferner der äussere abwechselnde Druck auf die Chylusgefässe durch die Athembewegung, so wie durch willkührliche Bewegungen. Durch diese Fortbewegung und durch den Stoffaustausch mit dem Blute wird der Chylus selbst organisirt, indem sich erst Elementarkörner, dann Chyluskörper und zuletzt wohl selbst Blutkörper in ihnen bilden. Zugleich ist aber auch das chemische Verhalten des Chylus geändert worden, denn in dem *Ductus thoracicus* enthält er mehr Faserstoff als in den kleinen Gefässen, auch sind mehrere

Veränderungen in dem Verhalten des Fettes und der Salze vorgegangen. — Wir wollen nun sehen, welche einfache Erscheinungen zu dieser Chylusbildung beigetragen haben. 1) Bei der Aufnahme des Materials aus dem Darmcanale in die Chylusgefässe Imbibition und Endosmose. 2) Bei der Fortbewegung des Chylus: die eigne Contraction der Gefässe, die Wirkung der Respirations- und anderer Muskeln. Beides ist aber nur möglich bei einem eigenthümlichen Baue der betreffenden Theile und unter dem steten Einflusse des Nervensystems. Der Austausch der Stoffe zwischen Chylus und Blut setzt wieder Imbibition, Endosmose und den unter dem Einflusse des Nervensystems stehenden Tonus der Gefässe voraus. Also Imbibition, Endosmose, Contraction der Fasern der Chylusgefässe, Contraction willkührlicher Muskeln, chemische Verwandtschaft, Zellenbildung, Einfluss des Nervensystems dürften die einfachern Erscheinungen sein, welche zusammentreten müssen, wenn vollendeter Chylus gebildet werden soll.

§. 89.

Auf ähnliche Art lassen sich alle Functionen in eine Reihe einfacher Erscheinungen zerlegen, die wir entweder auch ausserhalb des organischen Körpers in der unorganischen Welt wieder finden, wie Imbibition, Endosmose, die chemische Verwandtschaft, oder nur an lebenden thierischen Körpern wahrnehmen können, wie die Muskelcontraction, den Nerveneinfluss u. v. a. Die Imbibition und Endosmose ist mit wenigen Ausnahmen jedem organischen Gewebe eigen. Die chemischen Verwandtschaften und die davon abhängigen Erscheinungen haben wir versucht im zweiten Capitel vorzuführen, die übrigen nur im lebenden thierischen Körper vorkommenden Erscheinungen, welche an bestimmte Formen der organischen Materie gebunden sind, haben wir zum Theil in der allgemeinen Histiologie kennen gelernt. Obgleich nun vorauszusetzen ist, dass jede dieser Erscheinungen an eine bestimmte Form der organischen Materie gebunden und nur an dieser zu bemerken sei, so können wir dieses doch noch keineswegs durchgängig nachweisen. Auf der einen Seite sehen wir ganz ähnliche Lebenserscheinungen an verschieden geformten Elementar-

theilen auftreten, z. B. die lebendige Contraction der dem Bindegewebe ähnlichen Irisfasern ist ähnlich der Contraction der quergestreiften Muskelfasern; auf der andern Seite finden wir bei ähnlicher Form der Elementartheile doch verschiedene Erscheinungen, so der verschiedene Inhalt ähnlich geformter Zellen. Trotz dem haben wir aber in der allgemeinen Histiologie für die meisten einfachen Elementarformen auch bestimmte Fundamentalerscheinungen des Lebens nachweisen können.

§. 90.

Wir wollen nun versuchen, diese Fundamentalerscheinungen des Lebens in eine kurze Uebersicht zusammenzustellen.

1) Imbibition,
2) Endosmose,
3) Chemische Verwandtschaft,
4) Eigenthümliche Wärme,
5) Electrische Erscheinungen,
6) Bewegung,
   a) Flimmerbewegung,
   b) Bewegung aus mehr mechanischen Ursachen,
      aa) elastische Expansion,
      bb) elastische Contraction,
   c) Bewegung nach der Wirkung eines organischen Reizes ohne Einfluss des Willens,
      aa) langsame nur einmal auf den angebrachten Reiz folgende Verkürzung der Faser,
      bb) langsame, aber auf den angebrachten Reiz wiederholt folgende Verkürzung der Faser,
      cc) rasch erfolgende und nach einmaligem Reize, aber rhythmisch sich wiederholende Verkürzung der Faser,
      dd) rasche und auf angebrachten Reiz nur einmal erfolgende Verkürzung der Faser,
   d) Bewegung nach dem Einflusse des Willens, d. i. rasche und nur einmal erfolgende Verkürzung der eigenthümlichen Faser,
7) Einfluss des Nervensystems.

§. 91.

Die Imbibition ist die Fähigkeit fester organischer oder unorganischer Stoffe, von Feuchtigkeit in der Art durchdrungen zu werden, dass sie nicht nass, sondern nur weich werden. Das Wasser liegt nicht in den Zwischenräumen des festen Körpers, wie in einem Schwamme, sondern ist innig mit demselben verbunden, kann ihm aber auch, ohne wesentliche Veränderungen zu erleiden, wieder entzogen werden, z. B. trockner Leim wird durch Imbibition von Wasser in Gallert verwandelt, die sich ganz trocken anfühlt. Mit der Imbibition mag wohl bisweilen die nahe verwandte Capillarität zugleich thätig sein, doch kann diese nie von grosser Wichtigkeit sein, da wir es im organischen, besonders im thierischen Körper nicht mit festen für die Flüssigkeit undurchdringlichen Gefässwänden, sondern mit weichen und stets feuchten Canälen, Zellen oder Intercellularräumen zu thun haben, wo stets Imbibition und Endosmose vorherrschen und die Capillarität beschränkt oder verdrängt wird. — Es haben nur gewisse Stoffe Imbibitionsfähigkeit unter einander. Wasser wird von den allermeisten Theilen aufgenommen, nur die vollendeten Hornblättchen machen vielleicht eine Ausnahme. Oel kann zwar von vielen, aber nicht von allen Theilen aufgenommen werden, denn sind diese schon von Wasser durchdrungen, so kann sich Oel nicht mit ihnen mischen. Reine, besonders festere Fette werden daher im Magen- und Darmcanale schwer verdaut und gehen oft unverändert wieder ab. Genossenes Oel hindert aber auch die Resorption anderer Stoffe, daher Säufer Oel geniessen, um die Aufnahme der Spirituosen zu verzögern. Da also das Fett und Oel von den nassen Wänden des Magens und Darmcanals nicht direct aufgenommen werden kann, so hüllt es die Natur vorher ein. Man muss dieses wenigstens daraus schliessen, dass man in dem gehörig verarbeiteten Chymus des Dünndarmes mit dem Mikroskope keine Fettkügelchen entdecken kann, obgleich der Chylus in den Chylusgefässen dieselben meistens deutlich zeigt. — Verdünnter Weingeist wird leicht imbibirt, concentrirter dagegen nicht, da er die organische Mischung und Form sogleich stört. Wir können übrigens hier auf das bei der

Endosmose S. 226. Gesagte verweisen, da die Stoffe, welche endosmotische Ströme mit einander erregen, auch mit einander imbibirt werden können.

Da bei Weitem der grösste Theil des Körpers aus weichen Geweben besteht und auch die festen, wie die Knochen, besonders aber die Knorpel viel Wasser enthalten, so sieht man, dass ohne Imbibitionsfähigkeit der organischen Materie gar keine Lebenserscheinungen, kein Wachsthum, keine Bewegung, welcher Art sie auch sei, denkbar ist. Sucht doch Schwann, wie schon oben bemerkt, die Entstehung der Zelle als eine Krystallisation imbibitionsfähiger Stoffe darzustellen. Aber auch wenn wir hiervon absehen und uns nur den vollendeten Organismus vorstellen, so finden wir, dass Imbibition zwar überall thätig und nothwendig, besonders aber bei der Ernährung der Theile von dem wichtigsten Einflusse ist. Nur dadurch, dass das Gewebe der Theile von dem Plasma ganz durchdrungen und erweicht wird, ist es möglich, dass die ältern nicht ferner brauchbaren Molecülen aufgelöst und abgeführt und neue an ihrer Stelle abgesetzt werden können. — Hier ist also die Imbibition das Bedingende und zugleich das Veranlassende, denn so wie sie Statt findet, müssen auch die Stoffe auf einander wirken. Es muss unter den bestehenden Verhältnissen Stoffwechsel eintreten, bis das Gleichgewicht hergestellt ist, welches aber im Leben nie erlangt wird. Bei der Bewegung scheint die Imbibition dagegen nur die *conditio sine qua non* zu sein, es muss stets noch etwas hinzutreten, um Bewegung zu erzeugen, sei dieses ein unbekanntes Etwas, wie bei der Flimmerbewegung, oder ein äusserer Reiz, oder der Einfluss des Nervensystems. Dass die Thätigkeit des ganzen Nervensystems nur in weichen Geweben möglich sei, leuchtet von selbst ein.

§. 92.

Die Endosmose haben wir in ihren allgemeinen Umrissen bei der Betrachtung der Lebensthätigkeit der Zellen S. 226. dargestellt und ihre physiologische Wichtigkeit theils eben da, theils bei der Thätigkeit der Capillar- und Lymphgefässe, theils endlich bei der Uebersicht des Stoffwechsels berührt.

§. 93.

Eins der wichtigsten Hülfsmittel, um organische Materie darzustellen, ist die chemische Verwandtschaft der Stoffe zu einander. Wir haben bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen Organischem und Unorganischem darzulegen gesucht, inwiefern der Organismus eigenthümliche Stoffe besitzt und woher er sie bezieht. Wir fanden dabei, dass derselbe eine Menge unorganischer Stoffe in sich aufnimmt, diese scheinen auch im thierischen Körper den gewöhnlichen Affinitätsgesetzen zu folgen. Wir fanden aber auch, dass die Pflanzen eigenthümliche Stoffe bereiten, die als wesentliche Nahrungsmittel für die Thierwelt dienen, Proteinkörper, Fette u. s. w. Da diese Stoffe in der unorganischen Welt nicht vorkommen, so müssen in den Pflanzen und Thieren Verhältnisse sich finden, welche eine starke chemische Verwandtschaft zwischen den Elementen dieser Stoffe erregen. Welche diese Verhältnisse sind, wissen wir noch nicht. Ob eine eigenthümliche Lebenskraft diese Verwandtschaften bedingt, lassen wir einstweilen auf sich beruhen, wir werden später davon sprechen. Soweit die Gesetze des thierischen Chemismus bekannt sind, haben wir dieselben schon im zweiten Capitel dargestellt.

§. 94.

Eine eigne selbstständige, von den äussern Umständen wenig abhängige Temperatur ist eine vom Lebensprocesse unzertrennliche Erscheinung. Die Schwankungen derselben, die etwa vorkommen, sind unbedeutend und hängen von der Energie des Lebensprocesses überhaupt, daher von Alter, Geschlecht und Constitution ab. Die Messungen geschehen mit sehr empfindlichen Thermometern oder mit einem ausserordentlich empfindlichen thermo-electrischen Apparate, wie ihn namentlich Becquerel und Breschet[1]) benutzten, auch beschrieben und abgebildet haben. Da ein Grad der Ablenkung der Nadel dieses Apparates

---

1) *Becquerel* und *Breschet*, *Ann. de sc. nat.* 2. *Ser. III.* 260. u. *tab.* 9.

$\frac{1}{10}^0$ des Thermometers nach Celsius entspricht, so können noch die subtilsten Unterschiede wahrgenommen werden.

Wir theilen hier erst einige Messungen von Valentin[1]) mit, wie sie bei gesunden Menschen in unsern Climaten gefunden werden:

		Cels.	Réaum.	Fahrenh.
Beugeseite der Gelenke	Kniekehle .	35°00	28°00	95°00.
	Schenkelbeuge	35°80	28°64	96°5.
	Achselhöhle .	36°49	29°19	97°69.
Freie Stellen	Fuss	32°26	25°81	90°08.
	Mitte der Wade . .	33°85	27°08	93°00.
	Mitte des *rect. fem.* .	32°75	26°20	91°00.
	Stelle des Herzschlages	34°40	27°52	94°00.
Mittel der äussern Haut		34°22	27°37	93°59.
Unter der Zunge		37°19	29°75	98°59.
Unterhautzellgewebe		35°14	28°11	95°25.
Muskel		36°88	29°50	98°39.
Mastdarm		38°01	30°42	100°43.
Harnblase		38°60	30°88	101°48.
Frisch gelassner Harn		37°03	29°62	98°72.
Scheide		38°03	29°62	98°72.
Mittel der innern Theile		37°12	29°70	98°93.

Das Blut innerhalb der Gefässe zeigt eine Temperatur von 38°75 Cels. = 31°0 Réaum. = 101°70 Fahrenh., der arterielle Blutstrom zeigt gewöhnlich noch einen Grad mehr als der venöse, auch in der Nähe des Herzens ist das Blut wärmer als von demselben entfernt. Nasse[2]), Becquerel[3]).

In Bezug auf das Alter sind allerdings einige Schwankungen zu bemerken. Neugeborene zeigen meist eine Temperatur von 36°94 Cels., bald nach der Geburt steigt die Wärme etwas und hebt sich bis ins dritte oder vierte Jahr, worauf sie wieder sinkt, um im Erwachsenen eine Mitteltemperatur von 36°49 zu behaupten, die selbst im höhern Greisenalter kaum etwas herunter-

1) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. I. 137. — 2) Nasse, in R. Wagner's Handwörterb. d. Phys. I. 79. — 3) *Becquerel* und *Breschet* a. a. O.

geht. Davy[1]) untersuchte 7 Personen von 76 bis 98 Jahren bei verschiedenen, aber doch mittlern äussern Temperaturen und der Thermometer zeigte unter der Zunge $29\frac{1}{3}$ bis 30° R. = 98° F. — 99°5 F. = 36°6 C. — 37°5 C. Nur die Widerstandsfähigkeit gegen äussere Kälte scheint im Alter etwas abzunehmen, denn während bei einer äussern Temperatur von 22° C. ein zwölfjähriger Knabe 36°6 zeigte, hatte ein fast hundertjähriger Greis nur 35° C.

Temperatur unter besondern Umständen. Der Wechsel von Tag und Nacht ist nicht ohne Einfluss auf die eigne Wärmeentwickelung unsers Körpers. Girse[2]) fand die niedrigste Temperatur des Nachts zwischen 11 und 12 Uhr 29°45 R., des Morgens und Vormittags stieg sie so, dass sie nach dem Mittagsessen 30°00 R. betrug und Abends zwischen 6 und 7 Uhr war sie wieder auf 29°83 R. gesunken. Diese Veränderung hängt, wie wir später sehen werden, mit dem allgemeinen Schwanken des vegetativen Processes während der 24stündigen Periode zusammen. Während der Menstruation will Fricke[3]) eine Erhöhung der Temperatur der Scheide wie des ganzen Körpers um ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$° R. bemerkt haben, dem aber Girse widerspricht. In der Schwangerschaft soll nach Nasse die Temperatur des Blutes etwas sinken, was vielleicht von einer Beschränkung der Respiration in den letzten Monaten abhängen könnte, doch will Girse keinen Unterschied bemerkt haben, eben so wenig wie ich in drei Fällen bei fortgesetzten Untersuchungen einen finden konnte. Dass bei Muskelanstrengungen und bei der Begattung, wo Kreislauf und Respiration beschleunigt sind, auch die Temperatur etwas steigt, ist ganz natürlich; der Unterschied betrug nach Becquerel 1° Cels. In der Ohnmacht und dem Scheintode sinkt die Temperatur bekanntlich bedeutend. James Currie[4]) liess sich zur Ader; das Thermometer, das er in der Hand hielt, zeigte $31\frac{5}{9}$°, es sank erst langsam, dann rasch bis auf $26\frac{2}{9}$°; jetzt fühlte er sich kalt, sank in Ohnmacht und sein Gehilfe sah das Instrument, das Currie noch in der Hand hielt, bis

---

1) Davy, in Froriep's Neue Notizen. No. 693. p. 179. — 2) *Girse, Quaenam sit ratio caloris organici etc. Halae* 1842. — 3) Fricke, in Valentin's Repert. V. 48. — 4) James Currie, Ueber die Wirkung des warmen und kalten Wassers. II. 249.

auf $22\frac{6}{9}^\circ$ fallen. Diese Temperaturverminderung ist aus der Entziehung des Blutes, als derjenigen Flüssigkeit, von welcher die Wärmeentwickelung ausgeht, zu erklären. — In Krankheiten findet nach allgemeinen Erfahrungen sehr oft eine Veränderung der Temperatur Statt, doch ist diese nicht so gross, als sie dem subjectiven Gefühle oft erscheint. Nach Becquerel[1]) beträgt die Steigerung in Fiebern höchstens 3°.

Eine wesentliche Verschiedenheit in der eignen Temperatur verschiedener Menschenracen bei übrigens gleichen äussern Verhältnissen konnte Davy[2]) bei seinen zahlreichen in heissen und gemässigten Climaten angestellten Untersuchungen nicht bemerken. Derselbe untersuchte die Temperatur von 5 Hottentotten am Cap der guten Hoffnung, 3 Negern auf Isle de France, 6 Cyngalesen auf Ceylon, 4 Albinos eben da, 7 Mulattenkindern und 5 Weissen in der Gegend von Candi, ferner von 3 starken Candiern, 5 candischen Priestern, einem fast hundertjährigen Manne, 3 Vedas, 5 afrikanischen Negern, 4 Malayen, 6 Sepoys und 13 englischen Soldaten. Die höchste Temperatur, $30\frac{8}{9}^\circ$, zeigten 2 Albinos von 5 bis 12 Jahren auf Ceylon bei einer äussern Temperatur von $20\frac{8}{9}^\circ$, und die niedrigste, 28°, ein 22jähriger Sepoys bei einer äussern Wärme von $21\frac{3}{9}^\circ$. Also im Ganzen ein unbedeutender Unterschied.

Auch bei dem Wandern aus einem Clima in das andere ist nur ein höchst geringes Steigen oder Fallen in der eignen Temperatur des Körpers zu bemerken. Dieser Unterschied tritt bei dem Uebergange aus der mittlern in die heisse Zone rasch, dagegen beim Uebertritte aus der mittlern in die kalte Zone langsam ein. Davy fand beim Uebergange in heisse Climate einen Unterschied von höchstens 1 bis 2°. Eydoux und Souleyet[3]) untersuchten dieselben Menschen am Cap Horn bei 0° und in Calcutta bei 40° äusserer Wärme und der Unterschied betrug nur 1°.

Ueber die Temperatur vieler Thiere vergl. Rudolphi[4]) und Davy[5]).

---

1) *Becquerel* u. *Breschet*, *Ann. de sc. nat. Ser.* 2. *IV*. 245. — 2) Davy, in Heusinger's Ztschr. f. d. org. Physik. I. 91. — 3) *Eydoux* und *Souleyet*, *Ann. de sc. nat. Ser.* 2. *IX*. 190. — 4) Rudolphi, Grundriss der Physiologie. I. 170. — 5) Davy, in Heusinger's Zeitschrift f. d. org. Physik. I. 218.

Diese eigne Temperatur des Körpers ist einerseits eben so gut Folge des im Organismus stets vor sich gehenden Umsatzes der Stoffe und des Einflusses des Nervensystems, als sie andererseits ursächlich alle Lebensvorgänge begünstigt. Wenn dem Körper zu viel Wärme entzogen wird, so stocken alle Functionen, es tritt Scheintod und wirklicher Tod ein. Doch nicht allein für die eigne Existenz, sondern auch für die Entwickelung des Keimes im Eie ist bei den meisten Thieren und bei dem Menschen die Wärme des mütterlichen Körpers nöthig. Die Eier der meisten, vielleicht aller Avertebraten bedürfen zu ihrer Ausbildung der mütterlichen Wärme nicht, die Wärme des Frühlings reicht hin, um die Lebenserscheinungen in ihnen hervorzurufen und fortzuführen. Dasselbe scheint bei den Fischen und bei den Amphibien der Fall zu sein. Die Vögel, obgleich sie die Eier nicht in einem Fruchthälter, sondern ausserhalb des eignen Körpers in einem Neste entwickeln, führen denselben doch durch Brüten die nöthige Wärme zu, treten also mit demselben in innigere Berührung, als die vorigen Classen. Ist aber schon die äussere Wärme hinreichend, den Keim zur Entwickelung zu bringen, so verlässt der Vogel auf längere Zeit das Nest, wie wir es bei den in Stuben oder Treibhäusern brütenden Vögeln sehen. Bei den Säugethieren und dem Menschen wird das Ei innerhalb eines Fruchthälters im Leibe der Mutter ausgebildet. Der Fruchthälter dient daher nicht allein dazu, dem Keime die nöthigen materiellen Stoffe, sondern auch stets den richtigen Grad der Wärme zuzuführen. Aber selbst den ausgebrüteten oder neugebornen Jungen, so wie dem Kinde wird von den Aeltern noch Wärme zugeführt. Viele Vögel schützen ihre Jungen noch lange Zeit im Neste, die Säugethiere im Lager, so wie der Mensch den zarten Organismus seiner Kinder durch äusseres Warmhalten in seiner Entwickelung unterstützt. Ist er doch von der Natur angewiesen, dem Kinde warme Nahrung, die Muttermilch, zu reichen. Gewiss ist es daher ganz falsch und nur zum bleibenden Nachtheile des Kindes, aus Vorurtheil von Abhärtung oder aus Bequemlichkeit demselben den nöthigen Schutz gegen Kälte nicht angedeihen zu lassen.

Die Quelle der eignen Wärme des Körpers ist nach Lie-

big's[1]) Studien besonders in der Respiration gefunden worden. Wir haben früher schon den Stoffwechsel in seinen allgemeinen Zügen kennen gelernt, wir haben dabei erfahren, dass in den Geweben des Körpers die nicht ferner mehr brauchbaren Molecülen der organischen Masse durch den Zutritt des in den Lungen aufgenommenen Sauerstoffes so zersetzt werden, dass der Kohlenstoff und der Wasserstoff der Proteinkörper, des Fettes und wahrscheinlich auch der aus dem Darmcanale wieder resorbirten Galle in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden, welcher Vorgang aber nach allgemeinen physikalischen Gesetzen nicht ohne bedeutende Wärmebildung geschehen kann. Diese Ansicht Liebig's ist so klar und einfach, ihre Gründe so einleuchtend, dass man ihr keine wichtigen Gegengründe entgegenstellen kann. Wenn wir beim Athmen der Thiere und Menschen den Sauerstoff der atmosphärischen Luft abnehmen sehen, wenn wir in dem Venenblute, welches von den Gebilden zurückkommt, mehr Kohlensäure und weniger Sauerstoff finden als in dem Arterienblute, welches von den Lungen zurückkommt, wenn wir wissen, dass die Elemente der organischen Masse Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff sind, diese Stoffe aber als Proteinkörper und Fett in den Körper, als Kohlensäure, Wasser und Harnstoff mit Harnsäure aus dem Körper gehen, so müssen wir uns nur wundern, dass Liebig's Ansicht nicht schon längst klar ausgesprochen worden, besonders da es eine längst anerkannte Thatsache ist, dass die Wärme des Körpers um so höher steigt, je lebhafter die Respiration bei den Thieren ist. Ja Valentin[2]) hat sogar aus der Menge des verbrauchten Sauerstoffes, aus der Menge des verbrannten Wasserstoffes und Kohlenstoffes die dadurch zu erlangende Wärme berechnet. Doch sind dabei so viele Momente zu berücksichtigen und es ist mit mehrern nur annähernd geschätzten Grössen zu rechnen, dass wir die einzelnen Data hier, wo es nur auf eine allgemeine Uebersicht ankommt, mitzutheilen nicht für nöthig halten. (Vergl. die Artikel Fett, S. 129., Galle S. 147. und Respiration im speciellen Theile.)

---

1) Liebig, Thierchemie. 16. 35. 56. 82. — 2) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. I. 152.

Wir wollen nun noch auf einige Momente aufmerksam machen, durch welche die Natur die normale Temperatur des Körpers bei verschiedener Constitution, Lebensweise u. s. w. zu erhalten vermag. Bei der Beobachtung des Fettes sahen wir schon, dass dasselbe als schlechter Wärmeleiter den Körper gegen den Einfluss der Kälte schützt. Je vollkommner nun aber die Respiration ist, desto weniger kann es zur Fettbildung kommen, denn aller überschüssige Kohlenstoff und Wasserstoff wird sogleich in Kohlensäure und Wasser verwandelt, also die Wärme des Körpers angefacht. Daher sind Menschen mit starker weiter Brust, gesunden Lungen, überhaupt vorherrschendem Blutleben im Stande, ohne Beschwerden tiefere Temperaturen zu ertragen; sie kleiden sich leicht und lieben kühle Bäder. Wir sehen dieses an dem gut ausgeprägten männlichen Habitus. Menschen dagegen mit enger Brust, die eine sitzende Lebensweise führen, nicht viel respiriren, werden den Kohlenstoff und Wasserstoff, der durch Amylum, Zucker, Fett u. s. w. in den Körper kommt, nicht verbrennen, sondern zur eignen Fettbildung verwenden. Diese schützende Fettdecke verhindert aber das zu rasche Abgeben der nur nothdürftig entwickelten Wärme an die Umgebung. Es wird also bei nur eben ausreichender Wärmeentwickelung die gewonnene Wärme haushälterisch gespart, wie wir es bei dem weiblichen Geschlechte sehen. Die Frauen lieben daher warme Kleidung, warmes Getränk, warme Bäder. Bei nothdürftiger Wärmebildung giebt die Natur zugleich die schützende Decke, bei reger Wärmebildung entledigt sie den Körper der beschwerlichen Last des Fettes.

Ein anderes Mittel, die Temperatur des Körpers gleichmässig zu erhalten, ist das Abdunsten des Wassers von freien Flächen. Sobald dem Körper mehr Wärme als nöthig von aussen zugeführt wird oder er selbst durch anstrengende Bewegung u. s. w. mehr Wärme als gewöhnlich entwickelt, so tritt eine grössere Expansion des Blutes ein, es fliesst also auch in grösserer Menge dorthin, wo es den wenigsten Widerstand findet, d. i. nach den freien Flächen. Diese müssen daher ungewöhnlich turgiren und röther gefärbt, auch reichlicher mit Flüssigkeit getränkt werden, sie lassen somit eine grössere Menge derselben

abdunsten oder tropfbarflüssig als Schweiss nach aussen treten. In beiden Fällen wird Verdunstungskälte erzeugt. Wir begünstigen dieses Abdunsten von der Haut auch noch dadurch, dass wir alle überflüssige Kleidung ablegen, um das Streichen der Luft über die Oberfläche der Haut zu erleichtern.

Bei grosser äusserer Wärme wird zwar schon durch die Verdünnung der Luft die Intensität des Respirationsprocesses beschränkt, indem wir mit der verdünnten Luft etwas weniger Sauerstoff einathmen als mit einer kalten verdichteten Luft, allein wir suchen auch noch durch körperliche Ruhe, wo wir selbst das Sprechen vermeiden, den Stoffwechsel im Körper und die Respiration ganz unwillkührlich möglichst zu beschränken, um so wenig als möglich Wärme im Innern des Körpers zu entwickeln.

Den Einfluss einer zu niedern Temperatur unserer Umgebung suchen wir zu mindern durch fleissige rasche Bewegung des ganzen Körpers, Laufen, Reiben der Hände, Aneinanderschlagen der Arme u. s. w. Dadurch wird der Respirationsprocess und mit ihm die Wärmeentwickelung gesteigert. Darin, dass die kalte Luft dichter ist als die warme, wir also in demselben Volumen atmosphärischer Luft eine grössere Menge Sauerstoff einathmen, suchen Manche auch ein Hülfsmittel zur Beschleunigung des Respirationsprocesses in der Kälte. Es mag wohl auch sein, allein man darf das nicht zu hoch anschlagen. Man muss nämlich bedenken, dass die eigentliche Respiration erst in den feinsten Lungenzellen Statt findet, dass sich die Lungen nie ganz von Luft entleeren, dass also auch die eingezogene kalte Luft nicht sogleich bis in die Lungenzellen eindringt, also gewiss auch, ehe sie bis dahin kommt, die Temperatur des Körpers angenommen hat. Würde je eine zu kalte Luft bis in die Lungenzellen dringen, so würde diese als ein fremdartiger Reiz Katarrh oder Entzündung der Lunge erregen. — Helfen in der Kälte diese natürlichen Hülfsmittel nicht aus, so greifen wir zu künstlichen; wir kleiden uns wärmer, wir nehmen warmes Getränk oder Spirituosa zu uns. Da letztere viel Kohlenstoff und Wassersoff (Alkohol C2 H6 O1 = Kohlenstoff 52,659, Wasserstoff 12,896, Sauerstoff 34,445) enthalten, so sind sie besonders geeignet, wenn sie in verdünnter Gestalt in den Körper gebracht werden, durch Verbindung ihrer

Elemente mit dem eingeathmeten Sauerstoffe Wärme zu erzeugen. Einen gleichen Zweck und Nutzen hat der reichliche Fettgenuss, welcher die Polarvölker auszeichnet.

Die Natur besitzt also Correctionsmittel der eignen Temperatur bei ungewöhnlicher äusserer Kälte und Hitze, doch sind die gegen die Kälte ausreichender, als die gegen die Hitze. Denn wenn die Wärmeentwickelung im Körper gewöhnlich so vor sich geht, dass bei ziemlicher Abkühlung durch das umgebende Medium im Innern des Körpers immer noch eine mittlere Temperatur von 29°70 R. = 37°12 C. erhalten wird, so muss die Hitze sich unerträglich steigern, wenn diese Abkühlung wegfällt, d. i. wenn die äussere Temperatur gleich ist der des Blutes oder diese noch übertrifft. — Wir ertragen daher den Uebergang in ein kälteres Clima weit leichter, als die Versetzung in ein heisseres als das ist, an welches wir gewöhnt sind. Ist nun dieses heisse Clima zugleich feucht, ist also die Atmosphäre wenig geneigt, der Körperoberfläche Feuchtigkeit zu entziehen, so fällt auch noch das letzte und wichtigste Correctionsmittel, die Abkühlung durch Verdunstung, weg. Der Körper muss der grossen Hitze erliegen.

§. 95.

Electrische Erscheinungen am lebenden Körper sind schon theoretisch vorauszusetzen. Die verschiedene Temperatur der einzelnen Theile, der stete Wechsel der Stoffe u. s. w. kann nicht ohne electrische Strömungen sein. Da aber Feuchtigkeit die Electricität rasch leitet, der organische Körper aber überall viel Feuchtigkeit enthält, so müssen wir auch voraussetzen, dass die hier oder dort frei werdende Electricität durch dieselbe sogleich ausgeglichen werde, sogleich verschwinden müsse. Die Erfahrungen mit sehr empfindlichen Bohnenberger'schen Electrometern haben allerdings auch electrische Erscheinungen dargethan und zwar in der Art, dass die festern Theile gegen die weichern sich positiv verhielten, da jedoch diese Beobachtungen noch sehr schwankend sind, auch für Physiologie und Pathologie noch kein Gewinn daraus erwachsen ist, so begnügen wir uns hier mit dieser einfachen Mittheilung und verweisen noch auf das beim Nervenfluidum S. 476. Gesagte.

§. 96.

Die Bewegungen sind alle an gewisse Formen der Elementartheile oder feinsten Gewebtheile gebunden. So wie aber die Formen dieser mikroskopischen Gebilde in einander übergehen, so gehen auch die Arten der Bewegung in einander über. Die zu der Bewegung dienenden Elementartheile sind theils noch sehr einfach, der Zelle nahe verwandt, z. B. die Flimmerzellen, theils sind sie nur durch eine sehr complicirte Metamorphose aus der Zelle hervorgegangen, wie die quergestreifte Muskelfaser. Einfacher als diese ist die glatte Muskelfaser, die Irisfaser, die contractile Bindegewebsfaser, die elastische Faser und der Knorpel. Je einfacher diese Gewebe sind, desto weniger hängt ihre Bewegung von dem Einflusse des Nervensystems, desto mehr aber von physikalischen Potenzen ab, z.B. die des Knorpels, der elastischen Faser. Je complicirter dagegen das bewegliche Gewebe ist, desto mehr tritt es unter die Herrschaft des Nervensystems, so die glatte Muskelfaser, ja die complicirteste Form der quergestreiften Muskelfaser steht unter dem Einflusse des Willens. — Gehen wir nun an die einzelnen Formen der Bewegung selbst.

§. 97.

Die Flimmerbewegung ist früher in der allgemeinen Histiologie S. 277. schon hinlänglich dargestellt worden, so dass wir hier nur noch einmal auf die Unabhängigkeit dieser Erscheinung nicht allein von dem Einflusse des Nervensystems, sondern selbst von der Integrität des Organismus aufmerksam machen. Eine flimmernde Fläche, eine einzelne Zelle bewegt sich ungestört fort, wenn sie schon längere Zeit vom Organismus getrennt ist, wenn nur die nöthige Feuchtigkeit und Wärme vorhanden.

§. 98.

Die elastische Expansion ist an Knorpel, Faserknorpel und elastische Bandscheiben gebunden. Diese Gebilde ertragen wenig Zug, sie zerreissen und zerbrechen nicht gar schwer, manche sogar leicht, können aber einen bedeutenden Druck aushalten, mit dessen Nachlassen sie wieder ihre frühere Form an-

nehmen, sich ausdehnen. Diese Knorpel u. s. w. werden oft als Antagonisten der Muskeln benutzt; so erleichtern die Zwischenwirbelknorpel der Wirbelsäule das Strecken derselben, die Rippenknorpel das Verengern des Thorax nach dessen Erweiterung. Andere Knorpel halten Canäle offen, wie die Kehlkopf- und Luftröhrenknorpel, und noch andere, wie die Gelenkknorpel und Zwischengelenkknorpel, erleichtern und vermehren die Beweglichkeit und Sicherheit der Gelenke oder vermindern die Wirkung eines empfangenen Stosses auf die Knochen. Mehr oder weniger ist die elastische Expansion auch allen übrigen weichen Geweben des Körpers eigen, wodurch die einzelnen Theile und der ganze Körper ihre Form gegen geringere mechanische Eindrücke vertheidigen oder nach dem geschehenen Eindrucke wieder gewinnen.

§. 99.

Die elastische Contraction finden wir als eigne, besonders ausgebildete Erscheinung an den Kernfasern oder elastischen Fasern. Dieselbe hat den Zweck, wenn die Theile durch mechanische Einflüsse ausgedehnt waren, sie ohne Aufwand von Muskelkraft wieder in ihre Form zurückzuführen. Wir sehen die elastische Contraction sehr deutlich an der äussern Haut, welche bei jeder Bewegung des Körpers ausgedehnt wird, aber doch stets glatt über denselben gespannt ist. Dieselbe Contractionsfähigkeit finden wir ferner sehr gewöhnlich an hohlen Behältern, welche sich dadurch stets der in ihnen enthaltenen Flüssigkeitsmenge anpassen. Bei einer grössern Menge eindringenden Fluidum dehnen sie sich aus, sobald aber diese Menge wieder abnimmt, ziehen sie sich wieder zusammen. Diese Behälter üben stets einen bestimmten Druck auf den Inhalt aus, welcher wächst, so wie die Menge des Inhalts wächst; sie sind daher auch auf die Fortbewegung der Contenta von nicht geringem Einflusse; so in den Blut- und Lymphgefässen, dem Darmcanale, der Harnblase, den Ausführungsgängen der Drüsen. In vielen Fällen unterstützt die elastische Contraction auch die Wirkung der Muskeln, so im Darmcanale, in der Harnblase. An einigen Stellen werden festere Theile durch die elastische Faser in einer ge-

wissen Spannung erhalten, wie die Knorpel des Kehlkopfes durch die sie verbindenden Bänder. — In gewissem Grade ist auch diese elastische Contraction allen weichen Geweben des Körpers eigen, es werden dadurch die einzelnen Theile näher an einander gehalten.

§. 100.

Langsame, nur einmal auf angebrachten Reiz erfolgende Verkürzung der Faser bis auf einen gewissen Punkt, welche, sobald dieser Punkt erreicht ist, eben so langsam bis auf die frühere Länge wieder nachlässt. Diese Erscheinung ist an dem contractilen Bindegewebe, vielleicht auch an der elastischen Faser zu bemerken, also auf wenige Gewebe beschränkt. Die Haut der Blutgefässe zeigt diese Contractilität in der Kälte, die Lymphgefässe nach starken galvanischen Reizen. J. Müller.

§. 101.

Langsame, aber auf einmal angebrachten Reiz wiederholt erfolgende Verkürzung sehen wir an den glatten Muskelfasern des Magens und Darmcanals, vielleicht auch an den Ausführungsgängen der Drüsen. Da diese Fasern ringartig hohle Räume umgeben, so wird durch ihre Verkürzung ein kräftiger und wiederholter Druck auf den Inhalt der bezeichneten Räume ausgeübt und dadurch dessen Fortbewegung bewirkt, in den Lymphgefässen zugleich auch die Aufnahme und Fortbewegung des Chylus und der Lymphe befördert. Künstlich angeregt wird diese Contraction durch jeden mechanischen und chemischen Reiz. Im natürlichen Zustande ist sie gewöhnlich als Reflexbewegung zu betrachten, ausgegangen von dem Reize der Darmcontenta und reflectirt in den Ganglien des sympathischen Geflechtes. Dieser Wirkung nahe steht auch die Contraction des Harnschnellers, welche sich bekanntlich auch öfter wiederholt, aber sie ist rasch und sogleich auf angebrachten Reiz erfolgend.

§. 102.

Rasch erfolgende und nach einmaligem Reize rhythmisch sich wiederholende Verkürzung der Fa-

ser ist an den quergestreiften Muskelfasern des Herzens zu bemerken. Durch diese Contraction der Fasern des Herzens wird der wichtigste Impuls auf die Blutbewegung ausgeübt. Diese Contraction erfolgt ausserordentlich leicht. Der geringste Reiz auf das noch reizbare Herz bringt durch Reflex in den Ganglien der Herznerven wiederholte Contraction der Fasern hervor.

§. 103.

Rasch und nach angebrachtem Reize nur einmal erfolgende Verkürzung, welche in ihrer Intensität der Stärke des Reizes ganz proportionirt ist, ist den Fasern der Iris eigen. Diese Erscheinung ist um so wunderbarer, als sie sich an einem Gewebe zeigt, welches in seiner mikroskopischen Form den Fasern des Bindegewebes sehr ähnlich ist.

§. 104.

Alle bis jetzt betrachteten Formen der Bewegung erfolgten ohne directen Einfluss des Willens; nun finden wir aber noch eine Verkürzung der Faser, welche nach angebrachtem Reize oder unter dem Einflusse des Willens rasch aber nur einmal erfolgt und zwar nur an den quergestreiften Muskelfasern des Skeletes. (Vergl. S. 387.)

§. 105.

Wir sehen hier eine Stufenleiter von der rein physikalischen Expansion und Contraction des Knorpels bis zu der freien vom Geiste bestimmbaren Contraction der gestreiften Muskelfasern, durch deren einzelne Sprossen oder durch zweckmässige Verbindung mehrerer dieser Formen von Bewegung die Natur die mannigfaltigsten Wirkungen und Reactionen hervorbringt. Hier wird das Skelet, dort ein Eingeweide bewegt, hier Blut oder Lymphe, dort der Speisebrei oder das Absonderungsproduct in Bewegung gesetzt. An einem Orte dienen diese Bewegungen der aufnehmenden Seite des Organismus, wie in den meisten Eingeweiden und mehrern Sinnesorganen, an dem andern der ausgebenden Seite, so an den Drüsengängen; bei der Respiration und bei den willkührlichen Bewegungen zur Veränderung der Aussen-

welt. Kurz wo wir Lebenserscheinungen wahrnehmen, seien sie noch so einfach oder noch so zusammengesetzt, so werden wir auf eine oder mehrere dieser Grundformen der Bewegung stossen.

§. 106.

Den Einfluss des Nervensystems auf fast alle Erscheinungen des Lebens haben wir zwar in der Histiologie bei der Darstellung der Elementartheile dieses Systems schon berücksichtigt, er konnte aber hier bei der Aufzählung der Fundamentalerscheinungen des Lebens nicht ungenannt bleiben, da er durchgreifend fast alle Bewegungen der mechanischen oder chemischen Molecüle direct oder indirect beherrscht. Das Nervensystem ganz isolirt gedacht, giebt für sich gar keine Lebenserscheinungen zu erkennen, es ist unbeweglich und die in seinem Innern nothwendig vor sich gehenden Bewegungen sind bis jetzt für unsere Sinne nicht wahrnehmbar, wir erschliessen sie nur aus ihren Wirkungen. Diese Wirkungen bestehen aber darin, dass durch dieselben jedes Gewebe (mit geringen Ausnahmen, wie die Flimmerzellen, die Knorpel u. s. w.) zu der ihm eignen Energie angeregt wird. Hier unterhält das Nervensystem den richtigen Grad des Tonus in den Haargefässen, um dadurch den Blutlauf, die Ernährung und Absonderung zu beherrschen, dort dagegen den Tonus des Bindegewebes, des elastischen Gewebes, an einem dritten Orte wieder die unwillkührliche Bewegung der Eingeweide. Das Nervensystem ist endlich das Band, durch welches die Seele mit dem Körper in Verbindung gebracht, durch welches allein es möglich wird, dass der Geist etwas von der Welt erfährt und dass er auf dieselbe zurückwirken kann. Der Einfluss des Nervensystems ist die wichtigste und höchste Fundamentalerscheinung des Lebens und zugleich das kräftige Band, durch welches die übrigen Erscheinungen unter der Idee der Einheit des Organismus vereinigt und zusammengehalten werden.

Das hier über die Fundamentalerscheinungen des Lebens Gesagte möge genügen, da wir sie alle, nur in anderer Beziehung, bei den einzelnen Geweben schon kennen gelernt haben. Wir kommen auch bei der Betrachtung der Functionen im speciellen Theile oft wieder auf dieselben zurück.

Von den Lebensbedingungen.

§. 107.

Damit die eben betrachteten Grunderscheinungen und die aus ihnen zusammengesetzten Functionen wirklich ins Leben treten, bedarf es der Erfüllung gewisser Bedingungen, die theils im Organismus selbst liegen, innere Lebensbedingungen, theils in dem richtigen Verhalten der Aussenwelt bestehen, äussere Lebensbedingungen. Die innern Lebensbedingungen sind organische Mischung und organische Form, die äussern Lebensbedingungen sind nothwendige Einflüsse der Aussenwelt, ohne welche die Erscheinungen des Lebens nicht möglich sind, diese sind vielmehr als das Product der gegenseitigen Einwirkung zwischen Organismus und Aussenwelt zu betrachten. Die äussern Bedingungen sind Wärme, Licht, atmosphärische Luft, Wasser und Nahrung.

Innere Lebensbedingungen.

§. 108.

Die organische Mischung, die wir im Allgemeinen schon bei der Aufstellung der Unterschiede zwischen Organischem und Unorganischem, so wie im zweiten Capitel betrachtet haben, müssen wir hier als Lebensbedingung noch etwas näher kennen lernen. — Obgleich die Bildung und Zerstörung der Proteinkörper die Hauptgrundlage der organischen Mischung zu geben scheint, so sind doch mannigfaltige Modificationen derselben nach Classe, Gattung und Art der Geschöpfe zu bemerken, welche zwar bisweilen durch die Chemie nachgewiesen, weit öfterer aber nur durch Geruch, Geschmack des Fleisches u. s. w. erkannt werden können. Sie sind der Lebensart, dem Alter u. s. w. des Thieres entsprechend. Auch bei dem Menschen kommen dergleichen noch innerhalb der Gesundheit liegende Verschiedenheiten vor. So erlangt z. B. das Blut in dem Einen eine besondere kräftige Entwickelung, es ist reich an Faserstoff, daher zur Gerinnung mehr geneigt als bei dem Andern, wo es wegen weniger lebhaftem Respirationsprocesse auf einer niedern Stufe der Ausbildung

stehen bleibt, mehr wässrig erscheint und weniger Faserstoff und Blutkörperchen enthält. Man setzt eine ähnliche Beschaffenheit bei der lymphatischen Constitution voraus. In einem dritten Falle sehen wir eine besondere Neigung zur Gallenbildung u. s. w. — Diese Verschiedenheiten sind zu auffällig, als dass sie nicht schon von den ältesten Beobachtern sollten bemerkt worden sein. Die alten Hippokratiker unterschieden das Vorherrschen des Blutes, des Schleimes, der gelben und der schwarzen Galle, und ihre ganze Pathologie drehte sich um diese Säfte. Galen leitete die Temperamente von dem Vorherrschen und Mischen derselben ab, so wie seine Pathologie eine Humoralpathologie war, welche in ihren Grundzügen Jahrhunderte lang sich erhielt. Erst gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts traten die sogenannten Schärfen an die Stelle dieser Cardinalflüssigkeiten, die wiederum bis in die neuere Zeit beibehalten wurden, bis in der neuesten Zeit die organische Chemie durch Berzelius, Liebig, Wöhler, Lehmann u. A. einen solchen Aufschwung genommen hat, dass sie es wagen konnte, einen guten Theil der Lebenserscheinungen niederer Stufe aus dem Wechsel und Wandel der Stoffe zu erklären.

Dass die chemischen Verhältnisse mit der Entwickelung des Körpers und der Lebensäusserungen nach dem Alter gleichen Schritt gehen, ist ganz offenbar, doch fehlt es uns hier noch an manchen speciellen Untersuchungen, besonders des Blutes, wir können daher auch hier nur wenige Data beibringen. In dem unentwickelten Eie ist der Eiweissstoff der einzige Proteinkörper, sobald aber die Entwickelung beginnt, fängt der Faserstoff an sich hervorzubilden, um in die Gewebe des Fötus eingehen zu können. Im Kinde bemerken wir überall Saftreichthum und Weichheit. Die Knochen des Kindes enthalten wenig Knochenerde, viel Knorpel, die des Greises viel Knochenerde, wenig Knorpel. Knorpel, die ihrer Function nach nicht verknöchern sollen, nehmen aber beim Greise doch Knochenerde auf. Die Bänder des Greises zeigen im Verhältnisse zu der Weichheit und Geschmeidigkeit derjenigen des Kindes eine gewisse Starrheit und Steifigkeit. Im Gefässsysteme des Greises sind die wichtigsten Veränderungen vorgegangen; in den grössern Gefässen, besonders

den Arterien entstehen Verknöcherungen, die sich bisweilen sehr weit ausbreiten, und von den früher so dichten und zahlreichen Haargefässen schliessen sich eine Menge, unstreitig wegen Starrheit der Wände. Selbst das Gehirn nimmt an dieser allgemeinen Starrheit Antheil, denn es wird trockner und fester. Aus allen diesen Erscheinungen geht doch offenbar hervor, dass mit dem Alter das Feste, das Geronnene und Bestimmte das Uebergewicht bekommt, während bei dem Kinde das Weiche, Flüssige und Bestimmbare vorherrscht. Gewiss spielt bei diesen Veränderungen die Umänderung des Eiweissstoffes in Faserstoff eine wichtige Rolle, denn beim Kinde herrscht der Eiweissstoff, beim Manne der Faserstoff vor.

Es trifft also das Flüssige, Zarte, Unbestimmte mit dem kindlichen Lebensalter zusammen, in welchem die Lebenserscheinungen sich mehr auf Bilden und innere Entwickelung, weniger auf Thätigkeit und Wirksamkeit nach aussen beziehen. — Die rechte Mitte zwischen Weichheit mit Zartheit und Festigkeit mit Kraft sehen wir dagegen im mittlern Lebensalter, also in dem Alter, in welchem die Lebenserscheinungen die höchste und kräftigste Entwickelung erlangen und die Richtung der ganzen Lebensthätigkeit nach aussen mit Thatkraft vorherrscht. — Die Starrheit, Steifigkeit, bedingt durch das Vorherrschen des Festen, im Greise ist ganz übereinstimmend mit der diesem Alter eignen beschränkten Ernährung, dem geringen Perceptionsvermögen und der schwachen Kraftentwickelung, so wie mit der Abgeschlossenheit und Zurückgezogenheit des Geistes.

Wie aber gewisse Modificationen der Mischung auch in jedem Lebensalter mit der Form des ganzen Körpers wie seiner einzelnen Theile zusammentreffen, sehen wir noch an dem äussern Ausdrucke der Temperamente und Constitutionen. Da aber die Mischung es nicht allein ist, welche Temperament und Constitution bedingt, so werden wir diese später betrachten.

Liegen uns sonach noch gar wenig Facta vor, um überall und speciell nachzuweisen, wie die chemische Mischung dem jedesmaligen Stande der Lebenserscheinungen entspricht, so geht doch aus dem ganzen Bilde des Lebens hervor, dass Veränderun-

gen der Mischung und Veränderungen der Lebenserscheinungen parallel neben einander fortlaufen.

§. 109.

Bei der Betrachtung der organischen Form als innere Lebensbedingung müssen wir die Form der Elementartheile und die Form des ganzen Körpers unterscheiden. Die erstere haben wir mit ihrem Einflusse auf die Lebenserscheinungen schon hinlänglich in der allgemeinen Histiologie betrachtet und dabei gefunden, dass sie sich ziemlich gleichförmig durch die ganze Thierwelt durchziehen. Die Zelle, die Muskelfaser, der Nervencylinder u. s. w. eines Polypen ist dem eines Menschen ausserordentlich ähnlich. Die letztere aber, die Form des ganzen Körpers und die seiner grössern Theile, weicht bei den verschiedenen Thieren mannigfach ab und doch müssen wir die Vollkommenheit und Zweckmässigkeit derselben bei jedem Geschöpfe bewundern. Es giebt keine unvollkommne Körperform, jede zeigt in Bezug auf Lebensform und äussere Lebensbedingungen die grösste Vollendung, die höchste Zweckmässigkeit. Die Raupe oder die Puppe ist für ihre Lebensverhältnisse eben so vollkommen organisirt als das vollendete Insect, die Kaulquappe eben so vollkommen als der Frosch. Der Fisch ist für sein Element nicht weniger zweckmässig gebaut als der Vogel für das seinige. Die walzenförmige gestreckte Gestalt des Körpers mit den Flossen ist eben so vollendet als die plumpe Form der Wasservögel, oder die lebendige kräftige Gestalt des Raubvogels, oder die schlanke Gestalt der leicht dahin jagenden Antilope. Was sollte der Fisch mit der Lunge, mit den höher entwickelten Sinnesorganen oder den Bewegungswerkzeugen eines Vogels oder Säugethieres anfangen? — Es giebt nur höhere und niedere Daseinsformen, aber jede derselben ist in sich vollkommen und enthält Vorbereitungen zu höhern Formen. Es erscheint also stets das ganze Thier und jeder seiner einzelnen Theile vollkommen und zweckmässig, und aus dieser Zweckmässigkeit der einzelnen Theile geht die Harmonie des Ganzen hervor. Ist aber Harmonie im Ganzen und im Einzelnen nachzuweisen, so muss man aus dem Baue eines Theiles auf den Bau der übrigen mit

Sicherheit schliessen können. Cuvier hat das Verdienst, die Kenntniss von dem harmonischen Baue der Thiere auf die Erweiterung und Beförderung der Paläontologie angewendet zu haben. Aus dem gefundenen Reste eines vorweltlichen Thieres kann, wenn der Rest sonst charakteristisch ist, mit Sicherheit die Gestalt des Thieres, bisweilen bis ins Einzelne, construirt und dessen Lebensart bestimmt werden. Bei einem Thiere, welches bestimmt ist, sich von frischem warmen Fleische zu nähren, wird der Magen rundlich und einfach, der Darmcanal kurz sein. Die Sinnesorgane desselben müssen scharf sein, um von Ferne schon die Beute erspähen oder behorchen (Nachtraubthiere) oder wittern zu können. Ferner wird der ganze Knochen- und Muskelbau zum Fangen und Festhalten des Raubes eingerichtet sein, daher die hintern Extremitäten zum gewaltigen Sprunge kurz, mit kräftigen starken Muskeln versehen die vordern Gliedmassen dagegen mehr leicht beweglich und zur Pronation wie zur Supination eingerichtet sein müssen. Damit ist jedoch wieder ein eigner Bau des Schulterblattes, des Schultergelenkes und des ganzen Vorderarmes unmittelbar verbunden. Die Zehen müssen zahlreich und mit einziehbaren Krallen versehen sein, damit sie sich nicht ablaufen und stets scharf bleiben zum Fassen der Beute. Mit diesem Baue der Gliedmassen muss aber auch das Gebiss, die Einlenkung des Unterkiefers in Harmonie stehen. Die Zähne müssen schneidende Kronen und tiefe Wurzeln haben, der Kiefer muss kurz, mit einem starken Kronenfortsatze und breiten Gelenkfortsatze versehen sein. Ein solcher Kiefer verlangt aber wieder starke Kaumuskeln, die sich nur an einen starken weiten Jochbogen und starken Leisten des Schädels ansetzen können. Da ausserdem ein solches Raubthier seine Beute noch forttragen muss, so verlangt dieses einen kurzen starken Hals; das Oberhauptsbein, so wie die Halswirbel müssen den hinlänglichen Raum für starke Muskeln darbieten. Um aber so starke und rasch wirkende Muskeln zu haben, ist eine kräftige Respiration nöthig, daher der Brustkasten weit und geräumig, die Lunge gross sein wird. — Man wird daher aus einem Kiefer, aus den Zähnen, aus dem Vorderarme oder aus einem Fusse recht gut bestimmen können, ob das Thier, von dem die Stücke sind, ein Raubthier war oder nicht,

und damit bestimmt man auch den Bau und die Lebensweise im Allgemeinen. Wie deutlich spricht sich nicht die eigenthümliche Lebensart des Pferdes in seinem ganzen Baue aus. Es ist bestimmt, mit Leichtigkeit weite Ebenen zu durchlaufen, während das Rind bei seinem plumpen Baue auf langsamere Bewegung und beschränktere Wohnplätze hingewiesen ist. — Dass eine solche Zweckmässigkeit und Vollendung der Form beim Menschen nicht weniger vorhanden ist als bei den Thieren, ist nach dem Gesagten vorauszusetzen. Wir wollen hier nur einige Beziehungen der Form zu den Lebensaltern kurz andeuten. Bei dem Fötus müssen wir aus dem Dasein der Placenta auf unentwickelte Lungen, von diesen auf einen eignen Bau des Herzens und eigne Vertheilung der Blutgefässe schliessen, so wie auch die relativ grosse Leber mit diesem Verhältnisse in Verbindung steht. Mit dem unausgebildeten Hirne und Nervensysteme steht die unvollendete Form der Sinnesorgane, der Muskulatur und das eigne Verhalten des Skelets in Verbindung. — Nicht weniger hängen auch die eigenthümlichen Erscheinungen des Greisenalters innigst mit einander zusammen. Die eine Erscheinung bedingt die andere. Mit der Abnahme der Verdauungskraft und der Verringerung der Darmzotten im Darmcanale, durch welche die aufsaugende Fläche sehr verkleinert wird, steht das Ausfallen der Zähne ganz in Harmonie, denn nun ist der Greis genöthigt, mehr flüssige als feste Nahrung zu sich zu nehmen, welche leichter verdaut und rascher resorbirt wird. Den leicht zerbrechlichen Knochen entsprechen die schwachen Muskeln, denn starke Muskeln würden Knochenbrüche veranlassen. Das Obliteriren vieler Haargefässe steht ganz harmonisch neben dem Schwinden mehrerer Zellenwände in den Lungen, wodurch die Blutbereitung beschränkt wird. Fast alle diese Erscheinungen des Greisenlebens lassen sich aus dem Zellenleben erklären. Wir haben gesehen, dass die Zellen, je älter sie werden, desto dickere Wände bekommen, folglich der Stoffwechsel in ihnen ein immer langsamerer werden muss, bis er ganz aufhört. Was von der Zelle gilt, muss auch von den nächsten Producten ihrer Metamorphose gelten. Wir wählen hier zuerst die Capillargefässe, welche, aus einer geringen Veränderung der Zellen hervorgegangen (vergl. S. 488.), noch ganz den Charakter

des Zellenlebens auch in ihrer physiologischen Bedeutung an sich tragen. Dieselben werden also auch im Laufe des Lebens durch ihre eigenthümliche Thätigkeit, den stets durch sie hindurch gehenden Stoffwechsel, dickwandiger werden oder wenigstens dichtere Wände bekommen, dadurch wird der Stoffwechsel so wie ihre eigne Ernährung beschränkt, bis sie ganz absterben. Ist dieses aber einmal geschehen, haben sich eine Menge Capillaren geschlossen, so muss auch in den von ihnen mit Blut versehenen Geweben eine mangelhafte Ernährung eintreten, weil das Plasma nicht mehr in hinlänglicher Menge zugeführt wird. Diese mangelhafte Ernährung wird sich dort zuerst und am deutlichsten aussprechen, wo ohnedem die Neigung zur Verhornung und zur Ablagerung erdiger Stoffe besteht, also an den Haaren, Zähnen und Knochen. Daher fallen die erstern beiden aus und die letztern werden dünn und zerbrechlich. — Darum aber, weil sich eine Menge Capillaren schliessen, müssen sich die Darmzotten, die ganz aus Haargefässen bestehen, an Zahl sehr verringern. Eine Folge davon ist nun wieder, dass dem Blute weniger Chylus zugeführt, also die Blutbildung beschränkt wird. Diese geringere Blutmenge braucht aber nur eine kleinere Respirationsfläche, welche auch durch Schliessen einer Menge Haargefässe in den Lungen bedingt wird. Ja man kann sagen, eine so kräftige Respiration, wie sie dem Jünglinge und Manne eigen ist, würde den Greis sehr rasch aufreiben. Dieser ganze Zustand der körperlichen Organisation entspricht der geistigen Neigung des wirklich alten, nicht der des jungen Greises. Dem Greise ist die Aussenwelt ziemlich gleichgültig geworden, er zieht sich selbst zurück, er bedarf also weder einer scharfen Auffassungsfähigkeit für die Aussenwelt, noch könnte er eine kräftige Muskulatur in Anwendung bringen. So sehen wir also auch in den verschiedenen Lebensepochen die organische Form ganz im Einklange mit den eigenthümlichen Lebenserscheinungen.

Aeussere Lebensbedingungen.

§. 110.

Die Erscheinungen des Lebens, die wir nur an dem Organismus wahrnehmen, können nie von diesem allein entwickelt wer-

den. Das Dasein des Organismus ist nur die eine Bedingung des Lebens, die zweite Bedingung ist die Aussenwelt, und nur aus dem Conflicte beider gehen die Lebenserscheinungen hervor. Daher werden diese angeregt, unterstützt, modificirt, gehemmt oder ganz aufgehoben durch Veränderungen der Aussenwelt. So wie am häufigsten ungewöhnliche und ungünstige Einflüsse der Aussenwelt Veranlassungen zu abnormen Lebenserscheinungen sind, so muss auch der Arzt eben durch zweckmässige Abänderungen der äussern Einflüsse auf den kranken Organismus die krankhaften Erscheinungen zu beseitigen suchen. Es ist daher die Lehre von den äussern Lebensbedingungen ein sehr wichtiges Capitel sowohl in der Physiologie als in der allgemeinen Pathologie.

Zergliedern wir nun die Aussenwelt und suchen, welche Potenzen derselben besonders für die freie normale Entwickelung der Lebenserscheinungen am Organismus nöthig sind, so finden wir folgende: Für die vegetative Sphäre: Wärme, Licht, Luft, Wasser, Nahrung; für die animale Sphäre: Sinneseindrücke; für die humane Sphäre: Unterricht oder Umgang mit Menschen.

Es ist einleuchtend, dass zum Bestehen des Lebens nur die Bedingungen der ersten Reihe wesentlich und nothwendig sind; allein um die animale Sphäre organischer Thätigkeit gehörig zu wecken und anzuregen, sind noch besondere Einflüsse nöthig, welche als eigenthümliche Seiten der Aussenwelt auch zu den Sinnesorganen in enger Beziehung stehen. Soll endlich ein wirklich menschliches Leben geführt werden, soll auch die höchste Sphäre menschlicher Thätigkeit zur Entwickelung gelangen, soll der Verstand geschärft, das Gemüth veredelt und der Wille gekräftigt werden, so muss Unterricht, Uebung und Beispiel oder der Umgang mit guten gebildeten Menschen hinzutreten.

Werfen wir einen Blick auf das Verhältniss der äussern Lebensbedingungen und des Organismus zu einander, so bemerkt man sogleich, dass eine besondere Seite des letztern jenen Lebensbedingungen zugewendet ist und dass besondere Organe vorhanden sind, dieselben aufzunehmen. Nur die allgemein verbreiteten Potenzen, die Wärme, das Licht und die Luft, dringen von allen Seiten in den Organismus ein. Solche Aufnahmeorgane

sind in der niedern Sphäre die Verdauungs- und Assimilationsorgane, in der mittlern die aufnehmende Seite des Nervensystems mit den Sinnesorganen und endlich in der höchsten Sphäre eine Richtung der geistigen Thätigkeit, welche die Sinneseindrücke aufnimmt und verarbeitet, d. i. der Verstand. Die Erfahrung lehrt, dass nur, wenn die aufnehmende Seite des Organismus durch alle drei Stufen unserer Thätigkeit gehörig gepflegt und entwickelt worden ist, auch die ausgebende Seite ihre volle Thätigkeit entfalten kann. Nur bei geregelter und naturgemässer Stoffaufnahme kann die Ernährung und Ausscheidung normal sein, nur bei gesunder Auffassung der Aussenwelt durch die Sinnesorgane kann auch eine zweckmässige Gegenwirkung durch Muskelthätigkeit erfolgen. In der geistigen Sphäre endlich wird nur bei gehöriger Entwickelung der die Aussenwelt erfassenden Seite der Seele durch Lernen und Ueben eine später fruchtbare geistige Production möglich sein. Nur wo die Begriffe klar und scharf, wo das Urtheil richtig ist, wird der Wille das rechte Ziel und das rechte Mittel wählen. — Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehen wir zur Betrachtung der einzelnen äussern Lebensbedingungen über.

§. 111.

Die Wärme als äussere Lebensbedingung ist von der grössten Wichtigkeit. Sie ist die Quelle alles Seins und alles Lebens. Wo das Quecksilber gefriert, da hört alle Vegetation auf, und auf dem ewigen Schnee der Alpen finden wir nur den bekannten *Protococcus nivalis*. Die meisten Thiere und Pflanzen sind an gewisse Gegenden, die durch die Breitengrade, die Beschaffenheit des Bodens bestimmt werden, gebunden und drücken derselben eine eigne Physiognomie auf. In der nördlichen Polargegend treffen wir von Thieren zuerst auf das Wallross, den Steinfuchs, den Eisbär, die Robben und Fischottern; von Vegetabilien auf die Birke, Weide, Wacholder, Preisselbeere, Nadelhölzer und Farren. Noch höher über den 70. Grad der Breite gehen nur wenige dieser Säugethiere, und aus der Pflanzenwelt treffen wir nur einzelne Birken, einige Moose und Flechten. In den gemässigten Climaten finden wir schon einen ungeheuren Reichthum von Gat-

tungen und Arten der Pflanzen- und Thierwelt, jedoch die Riesen beider, mit Ausschluss der Seeungeheuer, leben nur in den heissen Climaten. Der Löwe, der Tiger, der Elefant, das Nashorn, der Strauss und Casuar, die Crocodile und Riesenschildkröten mit den Riesenschlangen haben ihre Wohnungen unter den riesigen Palmen und Gräsern der Tropenwelt. Auch dort nur kann der grösste Baum der Welt, der Affenbrodbaum, *Adansonia digitata*, hinlängliche Nahrung finden. — Für den Menschen ist unstreitig das gemässigte Clima, besonders zur geistigen Entwickelung, das günstigste. Während er im höchsten Norden nur mit der Kälte und dem Eise zu kämpfen hat, der Körper klein und unansehnlich bleibt und der Geist in der langen nur vom Nordlichte erleuchteten Winternacht wenig Nahrung findet, scheint die Hitze zwischen den Wendekreisen die körperliche Ausbildung zwar nicht zu beschränken, wohl aber, da der Mensch nur wenige Bedürfnisse hat und diese von der Natur in überreichem Maase von selbst dargeboten werden, wird der Geist nicht geweckt, Gewerbe, Künste und Wissenschaften bleiben unbekannt. In den gemässigten Climaten dagegen stand von jeher die Wiege der Menschheit. Die schönsten und kräftigsten Menschen sehen wir in dem sanften gleichmässigen Clima des Caucasus, in Persien und Griechenland, und in dem nordwestlichen Asien blühen seit Jahrtausenden schon Gewerbe und Künste, so wie von dem freien Griechenland aus sich zuerst die Strahlen der Künste und Wissenschaften über die Menschheit ausbreiteten. Von keinem Aethiopier, Mongolen oder Uramerikaner ist eine grosse, ganze Volksstämme ergreifende Idee ausgegangen. In Asien wurden die Stifter der Weltreligionen geboren. Die Caucasier beherrschten von jeher die Welt; den übrigen Menschenvarietäten an körperlicher Kraft und Ausdauer nicht nachstehend, übertreffen sie dieselben weit an geistiger Kraft, und so wie die frühere Cultur in Nordafrika eine europäische war, so ist es die jetzige in Amerika.

Nachdem wir so gesehen haben, dass nur ein gemässigtes Clima der höhern Entwickelung des Menschengeschlechts günstig ist, haben wir noch die Wirkung der verschiedenen Temperaturen auf den einzelnen Menschen zu untersuchen.

Trifft eine höhere, aber noch nicht schädliche Temperatur (Luft von 28 bis 38° R. oder 35,0 bis 45,5 C., Wasser von 25 bis 35° R. oder 33,7 bis 45,0 C.) den Körper, so nimmt er selbst auf der Oberfläche eine höhere Temperatur an, alle Gewebe, besonders aber die Haut, dehnen sich aus, das Blut strömt mehr nach der Oberfläche, daher bekommt der ganze Körper, besonders aber das Gesicht ein eignes volles rothes Ansehn. Nach einiger Zeit wird Athmen und Blutlauf beschleunigt. Es bilden sich bei dazu geneigten Personen Congestionen des Blutes nach einzelnen Theilen, auch wohl Blutungen. Durch diesen Orgasmus des Blutes und durch die Auflockerung aller Weichtheile wird die hier oder dort stockende Circulation freier, krankhafte Spannungen werden gehoben, alle Se- und Excretionen, besonders die Hautthätigkeit befördert. Hieraus lässt sich der Nutzen der warmen Bäder und der Dampfbäder bei leichten katarrhalischen oder rheumatischen Beschwerden, so wie bei manchen chronischen auf Stockungen und fehlerhafter Mischung der Säfte beruhenden Krankheiten erklären. An die hier bemerkten Wärmegrade gewöhnt sich der Mensch noch recht gut, wie wir bei den Arbeitern in Hohöfen und Salinen deutlich sehen. Diese Leute verrichten bei einer solchen Temperatur noch schwere Arbeiten ohne Nachtheil. In noch höhern Hitzgraden längere Zeit auszuhalten und sich wohl dabei zu befinden, ist nur den daran Gewöhnten in heissen Climaten möglich. In Madras, Oberägypten und auf Borneo steigt in den heissen Monaten die Temperatur nicht selten auf 40 bis 46° C. und die Eingebornen und Acclimatisirten befinden sich wohl dabei, der nicht Acclimatisirte leidet aber in solcher Hitze viel. Wegen des Athmens in so sehr verdünnter Luft wird auch die Umwandlung des Venenblutes in Arterienblut beschränkt, es wendet sich daher nach der Leber, um daselbst sich seines überflüssigen Kohlenstoffes zu entledigen. Daher die Neigung zu Gallenkrankheiten und Leberleiden. Da aber bei den angegebenen Verhältnissen in der grossen Hitze das Blut leicht zur fauligen Zersetzung sich hinneigt, so nehmen jene genannten Krankheiten leicht einen putriden Charakter an und werden für Europäer sehr perniciös. In einer Temperatur von 92 bis 99° konnte ein Mensch nur fünf Minuten aushalten.

Banks [1]). Ein fast unglaublicher Fall ist folgender [2]): Der Neffe eines Hüttenbesitzers hielt es bei dem Ausbessern eines Hohofens acht Stunden lang in einer Temperatur aus, die wahrscheinlich anfangs 200° *) betragen haben mochte und zuletzt noch 150° betrug. Ein Hüttenarbeiter hatte Blasen an den Füssen bekommen. Das Wasser können wir lange nicht so heiss ertragen als die Luft, daher die heissen Quellen von Carlsbad (68,7°) und Aachen (50°) und andere nur nach einiger Abkühlung gebraucht werden können.

Local angewendet wirkt die Wärme ähnlich wie bei allgemeinem Gebrauch. Sie begünstigt das Zuströmen des Blutes nach dem Orte der Anwendung, lockert die Gewebe auf und hebt, besonders wenn sie zugleich feucht ist, entzündliche Spannungen, Verhärtungen, begünstigt den Uebergang der Entzündung in Eiterung durch den vermehrten Blutzufluss, sehr reichlichen Austritt des Plasma und rasche Bildung von Zellen, Eiterkörper. Höhere Hitzgrade erregen eine örtliche Entzündung und selbst Zerstörung der organischen Masse, indem sie ihr rasch ihre Feuchtigkeit entziehen. Anhaltende kalte Luft, z. B. im Winter bei uns, entzieht zunächst dem Körper Wärme, beschränkt die Absonderung der Haut, befördert den Respirationsprocess und die Verdauung, drängt das Blut und mit ihm die lebendige Thätigkeit nach den innern Theilen, scheint aber auch das Nervensystem für feinere Eindrücke etwas abzustumpfen. Es werden Congestionen, Blutungen, Schlagfluss und Entzündungen begünstigt. Durch das Einathmen einer reinen kalten und daher auch dichten Luft scheint der Faserstoff des Blutes mehr zur Gerinnung geneigt gemacht zu werden, wodurch ebenfalls wieder Entzündungen und entzündliche Fieber befördert werden. Daher im schlaffen Winter meist eine *Constitutio catarrhalis*, im strengen Winter eine *Constitutio inflammatoria* bei uns zu herrschen pflegt. Wie nachtheilig aber im Allgemeinen die Kälte sei, scheint aus den übereinstimmenden Angaben der Sterbetabellen hervorzugehen, da die

---

1) *Banks*, *Philos. Transact.* 1775. *I.* 117. bei Valentin, Lehrb. d. Phys. I. 160. — 2) Froriep's Notizen. 1838. Aug. 144.

*) Doch wohl Fahrenheit?!

grösste Sterblichkeit auf die Monate Januar und Februar, die geringste auf die Monate Juli und August kommt. Doch soll und kann damit nicht gesagt sein, dass der Mensch nicht bedeutende Kälte ohne Nachtheil für seine Gesundheit ertragen könnte, im Gegentheil ertragen die Polarbewohner nicht selten eine Temperatur, bei der das Quecksilber gefriert (40°), und die Mannschaft der Nordpolexpedition des Capitän Parry ertrug bei Windstille in gewöhnlicher Kleidung eine Temperatur von 46° C.

Sonach scheint auch eine mehr mittlere Temperatur der Gesundheit und freien Entwickelung des einzelnen Menschen am zuträglichsten zu sein.

§. 112.

Das Licht als äussere Lebensbedingung. Obgleich wir sehen, dass die ununterbrochene Wirkung des Lichtes keineswegs für das Gedeihen der organischen Körper nöthig, ja dass der tägliche Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit sogar der Periodicität des organischen Lebens ganz entsprechend ist, ferner dass die Saamen der Pflanzen im dunklen Schoosse der Erde keimen und eine Menge, ja wohl die meisten Eier der Thiere im Dunkeln zur Entwickelung kommen, so kann daraus noch nicht geschlossen werden, dass das Licht für die organische Entwickelung ganz entbehrlich sei. Wie wichtig, ja wie nothwendig die Einwirkung des Lichtes auf den pflanzlichen, thierischen und menschlichen Organismus sei, erschliesst man zum Theil schon aus der allgemeinen Wirkung desselben in der unorganischen Welt. Manche Stoffe verbinden sich nur unter der Einwirkung des Lichtes und zwar um so rascher und kräftiger, je intensiver das Licht ist. Chlorgas und Wasserstoff verbinden sich im Sonnenlichte mit Explosion, in gewöhnlichem Tageslichte langsam und im Finstern gar nicht. Phosphor, welcher im Wasser aufbewahrt wird, entzieht im Lichte dem Wasser Sauerstoff und bildet damit rothes Oxyd. Chlorgas entzieht dagegen dem Wasser Wasserstoff, aber auch nur im Lichte. Dergleichen Beispiele lassen sich noch mehr aufstellen. Eine andere für die Physiologie wichtige Wirkung des Lichtes ist die bleichende. Dieselbe besteht darin, dass unter dem Einflusse des Lichtes der Sauerstoff

der Luft sich gern mit dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe der organischen Farben verbindet, diese also zersetzt. Aus diesen Thatsachen geht doch unstreitig hervor, dass das Licht eine sehr wichtige chemische Kraft besitzt, die sich besonders dadurch äussert, dass sie eine kräftige Verwandtschaft zwischen Kohlenstoff oder Wasserstoff einerseits und Sauerstoff andererseits anregt. Da nun aber gerade diese Elemente in der organischen Masse die wichtigste Rolle spielen, so können wir hieraus schon auf einen wichtigen Einfluss des Lichtes auf die organischen Körper schliessen, welcher Schluss vollkommen durch Erfahrung bestätigt wird. Denn in tiefen Höhlen und Schachten, in welchen es an der nöthigen Feuchtigkeit, Wärme und Luft nicht fehlt, kommt es doch zu keiner Vegetation, weil ewige Finsterniss herrscht. Wie das Licht die chemischen Processe der Pflanzen befördert, wie es besonders die Entbindung des Sauerstoffes aus der von den Pflanzen aufgenommenen Kohlensäure unterstützt, haben wir in einem frühern Abschnitte (S. 52.) schon bemerkt. Wie aber das Licht zum Gedeihen der Pflanzen nöthig ist, zeigen die den Winter über in Kellern erhaltenen Zierpflanzen, die stets bleich, oft gelb gefärbt und kraftlos sind, nie Blüthen treiben. Der ganze Vegetationsprocess kann also nur unter dem Einflusse des Lichtes vollendet werden und nur wenige farblose Flechten werden in dunkeln Schachten angetroffen.

Um den Einfluss des Lichtes auf die thierische Oeconomie gehörig würdigen zu können, wollen wir folgende Thatsachen beachten:

1) Keine Species der höhern Säugethierordnungen hat ihren bleibenden Aufenthalt im Dunkeln.

2) Die im Dunkeln sich aufhaltenden Säugethiere, wie Maulwurf, Ratte, Fledermaus u. s. w., kommen aber dennoch nicht in stockdunkler Nacht, sondern in der Morgen- und Abenddämmerung aus ihrem Verstecke hervor. Ihre Farbe ist meistens grau.

3) Thierspecies, welche in Mitteleuropa oder überhaupt in mehr südlichen Gegenden bunt gefärbt sind, verlieren in der langen Nacht des Nordens ihre Farben und werden gelblich oder weiss, wie das Hermelin, der Wolf, der Fuchs, der Hund, der Hase. Der Eisbär ist weiss und die Grundfarbe der Seehunde

ist ein gelbliches Weiss. Der Zobel macht bekanntlich eine Ausnahme von dieser Regel.

4) Die von dem Lichte abgewendete Seite, die Bauchseite, ist bei den meisten Thieren farblos, weiss.

5) Unter der intensiven Wirkung des Lichtes in der heissen Zone entwickelt sich bei Vögeln und Säugethieren die schönste Farbenpracht.

In Bezug auf den Menschen lassen sich noch folgende Punkte beifügen:

6) Diejenigen Menschenstämme, welche einer stärkern Beleuchtung ausgesetzt sind, sind von dunklerer Hautfarbe (Aethiopier) als die Menschenstämme, welchen die Sonne ein weniger intensives Licht spendet. Doch ist diese Regel nicht ohne wichtige Ausnahmen.

7) Das Licht hat einen allgemein belebenden Einfluss auf die körperliche Organisation, welchen die Alten schon kannten. Daher die Apricatio bei den Römern in hohem Ansehn stand. In neuerer Zeit sind in ähnlicher Beziehung die Luftbäder empfohlen worden. Der belebende Einfluss des Lichtes ist auch noch daran zu erkennen, dass helle Beleuchtung uns zur Heiterkeit und Thätigkeit*), Dunkelheit dagegen zur Angst und Furcht stimmt. Daher wird keine Feierlichkeit von nur einiger Bedeutung ohne helle Beleuchtung gedacht. — Die exaltirten Geisteskranken sind bei heller Beleuchtung unruhig, während ihre Aufregung in der Dunkelheit nachlässt. Deprimirte Geisteskranke befinden sich dagegen in der Helligkeit besser als in der Dunkelheit. *Encephalitis*, *Meningitis* verlangen dunkle Krankenzimmer.

8) Die nachtheilige Wirkung der anhaltenden Entziehung des Lichtes ist schwer zu beurtheilen, da mit ihr gewöhnlich noch andere niederdrückende Einflüsse den Menschen treffen, z. B. bei dem Aufenthalte in dunkeln feuchten Stuben, schlechte Diät, Sorgen, Kummer und dergleichen mehr. Dasselbe gilt von dem nachtheiligen Einflusse, der bei den Bewohnern tiefer Thäler in der Schweiz, Tyrol u. s. w. bemerkt wird. Diese Menschen haben lange Nächte, am Tage wenig Sonnenschein und sind zu-

*) Daher Blinde auch des Nachts und nicht am Tage schlafen.

gleich der kühlen, nebeligen, feuchten Luft, die in solchen Thälern herrscht, ausgesetzt. Durch diese Verhältnisse wird die vegetative, animale und humane Sphäre zugleich tief herabgesetzt, welchen tiefen Stand des Lebens wir in den verschiedenen Graden des Cretinismus vor uns sehen.

Wenn wir nun nach einer Erklärung der Einwirkung des Lichtes zunächst auf den menschlichen Körper uns umsehen, so zeigt uns das chemische Verhalten des Lichtes gegen unorganische Körper den Weg. Das Licht begünstigt die Verbindung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe der Luft. Nun wissen wir aber, dass die Natur, um diesen Vorgang möglichst vollständig durchzuführen, einen eignen Apparat, den Respirationsapparat, dem Menschen und allen Thieren gegeben hat und dass die Verbindung genannter Stoffe zu den nothwendigsten Actionen des organischen Körpers gehört. Wir können also glauben, die Natur werde den Process, den sie auf der einen Seite, in den Lungen, zum Zwecke der Organisation machte, auf der andern Seite, wo er ganz von selbst vor sich gehen muss, in der Haut, nicht verhindern, sondern ihn eben auch für die Oeconomie des Körpers benutzen, und die Erfahrung lehrt auch, dass durch die Haut ein Respirationsprocess vollbracht wird. — Es kann ja aber auch nicht anders sein. Bedenken wir, dass die ganze Haut von einem dichten Blutgefässnetze durchzogen ist, in dessen unmittelbarer Nähe stets lebhafte Stoffumwandlung Statt findet, dass die Haut stets mit der atmosphärischen Luft in unmittelbarer Berührung steht, der Sauerstoff der Luft auf die organische Masse wirken muss, so wird es uns auch einleuchtend sein, dass das Licht begünstigend und unterstützend auf diese Hautrespiration wirkt. Darüber aber, dass das Licht die ganze Cutis durchdringe, kann bei der bekannten Beschaffenheit der Oberhaut und der thierischen Gewebe kein Zweifel sein. — Hiernach muss es wohl ersichtlich werden, welchen nachtheiligen Einfluss Mangel der Hautkultur und Aufenthalt in stets dunkeln Zimmern auf jeden Menschen, besonders auf den zarten Organismus der Kinder haben muss. Celsus[1]) sagt daher: *At si id*

1) *Celsus, De medicina. Libr. III. c.* 21.

vitium, cui nomen φλεγματια est, eae partes, quae tument, soli subjicere oportet. Ferner wird die Zweckmässigkeit der schwarzen Hautfarbe der Neger recht klar. Die schwarzen Epidermiszellen absorbiren das Licht, es kann also keine oder nur sehr schwache Hautrespiration Statt finden, dadurch ist aber eine dem Bewohner der gemässigten und kalten Zone nöthige, dem Bewohner der Tropen aber schädliche oder doch lästige und überflüssige Wärmequelle gestopft.

Die belebende Wirkung des Lichtes scheint aber ausser von dem eben berührten Respirationsprocesse auch noch von einer die peripherische Ausbreitung der Nerven direct treffenden Affection abzuhängen. Dafür spricht das Verhalten der Blinden gegen Tag und Nacht, das Verhalten vieler Geisteskranke gegen Licht und Finsterniss und das Wenden der niedern augenlosen oder mit nur sehr unvollkommnen Augen versehenen Thiere, z. B. der Polypen u. s. w., gegen das Licht.

Dieser belebende anregende Einfluss des Lichtes auf das Nervensystem kann nun allerdings von jener den Stoffumsatz in der Haut begünstigenden Wirkung zum Theil abhängen, doch ist auch nicht unglaublich, dass das Licht gleich den andern Imponderabilien, Wärme und Electricität, einen direct belebenden Einfluss auf das Nervensystem übe.

Die chemische Wirkung des Lichtes, sein Einfluss auf die Pflanzen- und Thierwelt, so wie auf den Menschen sprechen unstreitig dafür, dass dasselbe ein zur normalen Entwickelung des Lebens durchaus nothwendiger Reiz sei, der durch seinen regelmässigen Wechsel mit der Dunkelheit der Nacht, gleich dem Pendel der Uhr, Regelmässigkeit und Sicherheit in den Gang der Lebenserscheinungen bringt, dieselben zu ordnungsmässigem Wechsel in 24 Stunden bestimmt.

§. 113.

Die atmosphärische Luft ist allen organischen Körpern ein unentbehrliches Bedürfniss und zwar um so mehr, je höher die Organisation gesteigert ist. Bei Betrachtung des Chemismus der Pflanzen sahen wir schon, dass die atmosphärische Luft und das Wasser die wichtigsten Materialien zum Aufbaue der Pflanzen

liefern. Nicht weniger nothwendig finden wir die atmosphärische Luft für das Bestehen der Thiere. Für diese ist sie die unerschöpfliche Quelle des zum Leben nöthigen Sauerstoffes. Diese Abgabe des Sauerstoffes der Luft an die thierischen Organismen würde bei dem Baue der Respirationsorgane nicht wohl möglich sein, wenn die Luft nicht ein gleichmässiges Gemenge, sondern eine chemische Verbindung des Stickstoffes und Sauerstoffes wäre, es müsste dann nothwendig der Stickstoff mit in die organische Masse übergehen. Aus gleichem Grunde würden dann die Pflanzen keine chemischen Verbindungen des Stickstoffes und Sauerstoffes darstellen können [Mulder[1])]. Je höher das Blutleben eines Thieres steht, je reger der Stoffwechsel, je thätiger die Wirksamkeit des Lebens nach aussen ist, desto weniger kann die Luft selbst nur auf kurze Zeit entbehrt werden. Unter den wirbellosen Thieren sind es besonders die durch und durch von Luft durchdrungenen so regen und thätigen Insecten, welche ein dringendes Bedürfniss nach Luft haben und ohne diese bald sterben. Die Fische gehen in ausgekochtem Wasser bald zu Grunde, die meisten Amphibien dagegen, welche ein träges nach aussen wenig thätiges Leben führen, können die Luft länger als irgend ein anderes Wirbelthier entbehren. *Coluber berus* sah ich, nachdem sie 14 Stunden in Weingeist gelegen hatte, beim Abwaschen im Wasser wieder aufleben. Frösche, besonders aber Kröten können, ohne Gefahr des Lebens, lange unter Wasser zubringen. Bei Vögeln dagegen, welche durch und durch Luftthiere sind, tritt das Bedürfniss nach atmosphärischer Luft dringend auf. Bei ihnen bringt schon die Entziehung der Luft von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Minute den Tod hervor. Eine Ausnahme in dieser Thierclasse machen die Wasservögel, welche 5 bis 6 Minuten tauchen können, ja *Anas spectabilis* soll bis 9 Minuten unter dem Wasser zu bleiben vermögen. Die Säugethiere haben zwar auch ein dringendes Bedürfniss nach atmosphärischer Luft, doch halten sie in luftleerem Raume etwas länger aus als die Vögel, und die in und an dem Wasser lebenden Arten: Fischotter, Seehund, Wallross, Wasserratte, Biber und Walle, können sehr gut und lange tauchen.

---

1) Mulder, Versuch einer phys. Chemie. Braunschweig 1844. p. 124.

Nach Eschricht sollen Wallfische bis 27 Minuten unter Wasser bleiben können. — Der Mensch steht in Bezug auf das Luftbedürfniss den höhern Ordnungen der Säugethiere gleich. Nur wenige Minuten völliger Entziehung der Luft reichen hin, um ihn zu tödten, doch ist auch ein Minimum des Athmens hinreichend, um den völligen Tod mehrere Tage lang abzuhalten (Scheintod). Das Bedürfniss des Athmens ist jedoch auch bei dem Menschen nach Alter, Geschlecht und Lebensart verschieden. Neugeborne können die Luft länger entbehren als Erwachsene, Weiber länger als Männer, Müssiggänger mit trägem Temperamente länger als sehr thätige, besonders die körperlichen Kräfte anstrengende Menschen von lebhaftem Temperamente. Denn je mehr Stoff durch Thätigkeit consumirt wird, desto mehr muss geathmet werden.

Sonach ist die atmosphärische Luft schon als Athmungsmittel eine für alle thierische Wesen nothwendige Lebensbedingung. Wir werden aber sogleich sehen, dass dieselbe auch noch in anderer Beziehung für das Bestehen des Organismus unentbehrlich ist.

Einen höchst wichtigen Einfluss auf alle organische Körper, ja auf alle Daseinsformen auf unserer Erde übt der Druck der Luft aus. Im Allgemeinen kann man den Druck der Luft am Meeresstrande bei 0° Temperatur und 45° geogr. Breite auf einen Quadratzoll Oberfläche 16,14 Pfund rechnen. Da nun die Oberfläche des menschlichen Körpers durchschnittlich zu 14,5 Quadratfuss angenommen wird, so erleidet der Mensch stets einen Druck von ungefähr 33893,46 Pfund oder 308 Centner 13 Pfund 13,444 Loth. Aus dem allseitigen Drucke der Luft und dem Gegendrucke der im Innern des Körpers enthaltenen Luft ist nach physikalischen Gesetzen zu erklären, warum wir diesen Druck nicht fühlen. Dass derselbe nach der Höhe des Ortes, wo der Mensch sich befindet, steigt und fällt, ist ganz natürlich, und Valentin[1]) hat den Unterschied dieses Druckes auf einer Höhe von 14,708 Fuss (Montblanc) und in einem bis unter den Meeresspiegel getriebenen Schachte auf 15581,2824 Pfund berechnet. So bedeutend

1) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. I. 84.

dieser Unterschied ist, so befindet sich der Mensch doch in beiden Höhen recht wohl. Wir finden daher in sehr bedeutender Höhe über dem Meere menschliche Wohnungen, und der temporäre Aufenthalt einzelner Menschen ist noch höher gewesen. Von den höchsten bewohnten Orten der Erde würden folgende zu erwähnen sein: das Hospiz auf dem St. Bernhard 8000 Fuss, die Schaafweiden auf der Südseite des Monte rosa 9000 Fuss, die Meierei von Antisana 12,624 Fuss, die Stadt Potosi in den Cordilleren 12,824 Fuss, das Posthaus von Ancomarca 14,750 Fuss, das Dorf Kendronath auf dem Dhavalageri 12,000 Fuss und die Stadt Deba in Tibet 14,924 Fuss über dem Meere. Auf dem Himalaya wird der Getreidebau noch in einer Höhe von 14,000 bis 15,000 Fuss betrieben, und einzelne, wenn auch nur zeitweise bewohnte Orte liegen daselbst fast 16,000 Fuss hoch. A. v. Humboldt und Bonpland erstiegen am Chimborazzo eine Höhe von 19,374 Fuss, und der englische Lieutenant Gerard gelangte im Himalaya auf 19,411 Fuss Höhe. Mit dem Luftballon stieg Gay-Lussac am 16. Sept. 1804 21,430 Fuss, und der Astronom Brioschi erhob sich mit Andreoli im Jahre 1808 auf 25,443 Fuss (?). Die bei dem Ersteigen hoher Berge eintretenden Zufälle sind folgende: ausserordentliche Abspannung und Erschöpfung mit Neigung zu Ohnmachten und wirkliche Ohnmachten, Muthlosigkeit, Blutungen aus den Augenlidern, der Nase, den Lippen und dem Zahnfleische, Schmerzen und Sausen in den Ohren. Man war zuerst geneigt, diese Zufälle aus dem verminderten Luftdrucke und der dadurch bewirkten grössern Ausdehnung der Blutflüssigkeit zu erklären. Allein diese Zufälle treten nicht ein, sobald nur die Kräfte des Körpers nicht in Anspruch genommen werden, daher die Aëronauten in sehr bedeutenden Höhen nichts von diesen Zufällen empfinden. Auch ist der Unterschied im Luftdrucke nicht von der Grösse, dass er allein jene Zufälle veranlassen könnte. Denn da Wasser unter dem um eine Atmosphäre verstärkten Drucke erst um 0,000045 seines Volumens zusammengedrückt wird, alle Zwischenräume unsers Körpers aber mit Flüssigkeit angefüllt sind, so kann auch der um 20,000 Fuss verminderte Druck der Luft kaum eine merkliche Veränderung in dem Umfange unsers Körpers hervorbringen. Valentin

hat berechnet, dass unter dem Drucke von zwei Atmosphären der Körper, wenn er gleiche Zusammendrückbarkeit mit dem Wasser hat, sein Volumen nur um 0,2 Cubikzoll verringert. Also aus dem verminderten Luftdrucke und einer zu starken Expansion der Gewebe des Körpers kann man jene bei einigen Personen beim Ersteigen hoher Berge eintretenden Zufälle nicht erklären. Man muss sich daher nach einem andern Grunde umsehen. — Am nächsten liegt es wohl, daran zu denken, dass in der verdünnten Luft auf den Bergen die Last des eignen Körpers von dem umgebenden Medium weit weniger als von der dichten Luft am Meeresstrande getragen wird. Sobald wir in ein dichteres Medium, z. B. in das Wasser, übergehen, trägt dasselbe einen grossen Theil der Last unsers Körpers, daher die Leichtigkeit der Bewegungen. Ein geringer Zug der Muskeln reicht hin, um eine ausgedehnte Bewegung auszuüben. Dasselbe fand auch J u n o d in verdichteter Luft. Bei einem Drucke von $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre waren alle willkührliche Bewegungen mit ungewöhnlicher Leichtigkeit auszuführen. Da nun in verdünnter Luft gerade die entgegengesetzten Verhältnisse Statt finden, so bleibt die Bewegung der Körperlast den Muskeln fast ganz allein überlassen, welche daher leicht ermüden werden. Die Erschöpfung muss aber um so leichter eintreten, als die bei jedem Athemzuge dem Blute dargebotene Menge Sauerstoff in der verdünnten Luft weit geringer als in der dichten Luft der Tiefe ist, also der ganze Stoffwechsel verlangsamt wird. Es bleiben die durch den Lebensprocess unbrauchbar gewordenen Stoffe liegen, sie sind nicht in die Ausscheidungsstoffe zerlegt, nicht zur Ausführung geschickt gemacht. Wir haben aber früher schon (S. 110. 122. 179.) gesehen, dass der eingeathmete Sauerstoff nicht allein die Bestimmung hat, die nicht mehr brauchbare organische Masse in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff zu verwandeln, sondern auch den, den Faserstoff des Blutes (und auch Proteinoxyde?) zur Gerinnung geneigt zu machen und endlich in die wirkliche Gerinnung zum Ersatze in den Geweben überzuführen. Da nun bei dem Besteigen hoher Berge die Kräfte ungewöhnlich angestrengt werden, also viel Material verbraucht wird, das verbrauchte Material aber nur unvollkommen ausgeführt, zu gleicher Zeit auch der nöthige Ersatz in den Geweben

gehemmt wird, so müssen jene Zufälle von Erschöpfung gewiss in den angegebenen Momenten ihre Erklärung finden. Da die Aëronauten sich körperlich ganz ruhig verhalten, also wenig Kräfte und Materie consumiren, so ist ihnen auch der beschränkte Einfluss des Athmens nicht so nachtheilig. Aus allen den angegebenen Beobachtungen geht aber doch unstreitig hervor, dass, wir mögen uns mit unsern künstlichen Mitteln noch so hoch erheben, wir doch nicht die Grenze des Luftdruckes erreichen, wo möglicherweise Menschen einige Zeit leben könnten, wenn sich die erreichten Punkte auch aus andern Gründen nicht zu bleibenden Wohnsitzen eigneten.

Ein verstärkter Luftdruck, d. i. ein stärkerer als er auf der Meeresfläche vorkommt, ist selten möglich, denn selbst die tiefsten Schächte sind in Beziehung auf den in ihnen etwa vermehrten Luftdruck nur unbedeutende Vertiefungen zu nennen. Aber so weit er bis jetzt untersucht und beobachtet worden ist, scheint er keine besondern Zufälle zu veranlassen, wenigstens berichten Taucher und Gelehrte, welche sich in die Tiefen des Meeres hinabgelassen haben, nichts von ungewöhnlichen Beschwerden und Zufällen. Junod[1]) will bei $1\frac{1}{2}$ Atmosphäre künstlichen Druck eine eigne Lebendigkeit und Energie aller Functionen bemerkt haben. Das weniger zahlreiche Athmen und jede willkührliche Bewegung soll mit ungewöhnlicher Leichtigkeit von Statten gegangen und in der Brust nach einer Viertelstunde ein angenehmes Gefühl von Wärme entstanden, der Puls häufig (bei seltenem Athmen?), voll und härtlich, die Ab- und Aussonderungen reichlich, die Geistesthätigkeit lebhafter geworden sein. Das Gewicht des Körpers soll abgenommen haben. Wenn die Beobachtung sich bestätigt, so lässt sie sich durch die in der verdichteten Luft vermehrte Menge des eingeathmeten Sauerstoffes erklären. Durch den verstärkten Athmungsprocess musste eine gewisse Wärme in der Brust entstehen, das Blutleben gesteigert werden. Die Leichtigkeit der Bewegungen lässt sich aus dem dichtern Medium, in dem dieselben geschahen, und durch verstärkte Energie der Muskeln erklären.

---

1) Junod, in Froriep's Notizen. 1835. No. 985. p. 265.

Alle die hier erwähnten Fälle von vermindertem und vermehrtem Luftdrucke waren aber doch immer selten, daher für die Praxis nicht so wichtig. Für den Arzt sind dagegen die gewöhnlichen Schwankungen des Barometers von Wichtigkeit. Ihr Einfluss ist gross genug, denn nicht allein, dass jeder Zoll Barometerhöhe ungefähr 1000 Pfund Druck auf den Körper ausübt, sondern es ändert sich mit dem Barometerstande auch die Menge des einzuathmenden Sauerstoffes, des Wasserdunstes u. s. w. In unsern Gegenden, d. i. Mitteldeutschland, ist tiefer Barometerstand gewöhnlich mit Südwestwind verbunden, welcher, von warmem Meere kommend, in der Regel warmen Regen bringt. Der hohe Barometerstand fällt dagegen gewöhnlich mit dem kalten trocknen Nordostwinde zusammen.

Die regelmässigen jährlichen Schwankungen des Barometers würden von besonderm Werthe sein, wenn mit ihnen gewisse physiologische oder pathologische Vorgänge zusammenfielen, z. B. das Maximum der Geburten, der Eintritt der Menstruation, das Maximum der Sterbefälle u. s. w. Vergleicht man jedoch die von Pouillet[1]) gegebene Uebersicht der jährlichen Barometerschwankungen mit den Sterblichkeitstabellen von Quetelet u. A., so scheint sich eine Uebereinstimmung nur insofern zu ergeben, als der höchste Barometerstand und die grösste Sterblichkeit in den Monaten Januar und Februar zusammentreffen. Doch kommen fast gleiche Baromerstände auch im Herbste vor, ohne dass die Sterblichkeit einen hohen Grad erreicht. Die geringste Sterblichkeit in den Monaten Juli und August nähert sich in Petersburg dem niedrigsten Barometerstande, während in Paris zu derselben Zeit ein hoher, wenn auch nicht der höchste Barometerstand herrscht. Ein ziemlich regelmässiges Steigen und Fallen des Barometers von 12 bis 18 Millimeter Schwankung ist in Macao und Calcutta beobachtet worden; um aber einen Vergleich anstellen zu können, fehlen uns noch die Sterblichkeitstabellen. In Petersburg und Paris betragen die jährlichen Schwankungen 5,05 Millimeter, in Berlin 4,08 Millimeter und in Halle 3,96 Millimeter.

---

1) Pouillet, Lehrbuch der Physik. 508.

Die täglichen Schwankungen des Barometers sind ziemlich regelmässig. Zwischen 3 bis 5 Uhr Nachmittags und gegen 4 Uhr Morgens finden sich die Minima, Mittags und Abends zwischen 10 und 11 Uhr die Maxima. Doch beträgt die Differenz kaum 0,5 Millimeter, ist daher auch von keinem bemerkbaren Einflusse auf die Vorgänge des Lebens.

Wichtiger scheinen für den practischen Arzt die oft plötzlich eintretenden bedeutenden Veränderungen des Barometerstandes zu sein, denn mit denselben ist gewöhnlich eine Veränderung des ganzen Witterungszustandes verbunden. Die Erfahrung hat gelehrt, dass bei plötzlich eintretendem tiefen Barometerstande Brustkranke sich schlecht befinden, Bluthusten leicht eintritt, daher auch in Monaten, in denen diese Schwankungen gewöhnlich sind, im April, Bluthusten oft vorkommen. [Von 107 an Bluthusten Leidenden fielen 5 auf den Januar, 17 auf den April. Webster[1]).] Einen interessanten Fall vom Zusammentreffen plötzlichen tiefen Barometerstandes mit dem Eintreten verschiedener Blutungen erzählt Pincairn[2]). Bei solchem plötzlichen Fallen des Barometers treten ähnliche Zufälle wie bei dem Ersteigen hoher Berge ein. Daher die grosse Abgeschlagenheit und Müdigkeit, die sich bei manchen Personen in warmen Tagen des April und Mai zeigt. Hoher Barometerstand, also starker Druck der Atmosphäre, ist, so weit als es bekannt, ohne nachtheilige Folgen für die Gesundheit.

Der Druck der Luft ist also für alle organische Körper von der grössten Wichtigkeit. Dieselben könnten ohne diesen Druck gar nicht bestehen; alle Flüssigkeit würde rasch verdampfen und somit das Dasein der organischen Körper aufgehoben sein. Doch nicht allein der Luftdruck im Allgemeinen, sondern auch insbesondere die plötzlichen Schwankungen des Luftdruckes sind wegen der mit ihnen verbundenen Witterungsveränderungen von Einfluss auf die Gesundheit des Menschen. Es giebt aber auch noch gewisse zum Leben mehr oder weniger nöthige Functionen

1) Webster, in Froriep's Notizen. 1844. No. 662. — 2) Pincairn, in Stark's Allg. Pathologie. 2. Aufl. I. 341.

des thierischen und menschlichen Körpers, welche nur bei Luftdruck vollbracht werden können, nämlich:

1) Das Einathmen; dieses ist ein Saugen in der Art, wie wir es beim Oeffnen eines jeden Blasebalges sehen. Durch das Heben der Rippen und das Herabfallen des Zwerchfelles wird die Brusthöhle erweitert; es würde also in derselben ein mit verdünnter Luft gefüllter Raum entstehen, wenn durch den Mund, die Luftröhre u. s. w. nicht sogleich atmosphärische Luft nachdränge, die sämmtlichen Luftzellen der Lunge ausdehnte und dadurch letztere dem Umfange des Brustkastens stets anpasste. Das Ausathmen geschieht theils durch die Elasticität der Lungenzellen [da die feinsten derselben noch von elastischen Fasern umsponnen sind, R. Wagner[1])], der feinern und stärkern Luftröhrenzweige, theils durch das Herabsinken und bei tiefem Ausathmen durch das Herabziehen der Rippen und das Heraufsteigen des Zwerchfelles.

2) Das Saugen durch den Mund; dieses geschieht dadurch, dass die Lippen auf irgend einen Körper fest aufgedrückt werden, während der Versuch gemacht wird, durch den Mund zu athmen. Da nun dieses Einathmen durch den zwischen den Lippen befindlichen Körper nicht möglich ist, so muss in der Mundhöhle ein Raum entstehen, dessen Luft verdünnt ist. Die atmosphärische Luft strebt nun, durch ihren Druck diesen Raum auszufüllen, drückt daher auf den zwischen den Lippen befindlichen Körper. Ist dieser nun weich oder enthält er Flüssigkeit, so wird er selbst oder die Flüssigkeit in den Mund des Saugenden getrieben. So macht der Säugling im Munde einen luftverdünnten Raum, den die atmosphärische Luft auszufüllen strebt, indem sie auf die Mutterbrust drückt und so die Milch aus dieser in den Mund des Säuglings treibt.

3) Das Schlürfen; dieses ist dem Saugen ähnlich; es treten durch den geöffneten Mund Flüssigkeit und Luft zugleich ein. Auch unser gewöhnliches Trinken aus einem beliebigen Gefässe ist mit Saugen verbunden.

---

1) *R. Wagner, Icones physiol. Tab. XV. Fig.* 6.

4) Nur vorläufig können wir hier schon erwähnen, dass der Luftdruck auch ein nicht zu übersehendes Hülfsmittel für die Circulation des Blutes, besonders für die Rückkehr des venösen Blutes nach der Brusthöhle und dem Herzen ist. Denn wenn die Brusthöhle erweitert wird, so strebt der Druck der Luft nicht nur von einer Seite, sondern von allen Seiten her, den Raum auszufüllen. Es wird also der Druck der Luft auf die gesammte Oberfläche des Körpers dahin wirken, den Raum auszufüllen, also die beweglichen Flüssigkeiten gegen die Brust drängen. Hierzu kommt noch, dass das Herz bei jeder Erweiterung, sei dieses auch nur ein passives Erschlaffen seiner Wände, an der Blutsäule saugt. Wenn auch dieses Moment von untergeordneter Wichtigkeit ist, so darf es doch nicht ganz übersehen werden.

5) Höchst wichtig ist der Druck der Luft auf die Unterleibshöhle. Man hatte lange die Ansicht, dass die serösen Häute, also auch die Bauchhaut, während des Lebens einen wässrigen Dunst enthalten, allein genauere Kenntniss von den physikalischen Gesetzen der Spannung der Dämpfe, so wie directe Untersuchungen haben gelehrt, dass die Eingeweide dicht gedrängt, einander unmittelbar berührend, die ganze Unterleibshöhle ausfüllen und dass ihre Flächen nur durch ein wenig Feuchtigkeit schlüpfrig erhalten werden. Da nun sonach in dem Sacke der Bauchhaut weder Luft noch Wasserdunst enthalten ist, so werden die Eingeweide durch den Druck der äussern Luft auf die beweglichen Bauchdecken stets in unmittelbarer Berührung unter sich und mit den Wänden der Bauchhöhle erhalten. Dieser Druck ist aber wieder nothwendig für die Bewegung des Chylus und der Lymphe in den entsprechenden Gefässen. Denn da auf diese Säfte nicht, wie auf die Blutsäule, der Druck eines Herzens wirkt, so werden sie durch den auf sie ausgeübten abwechselnden Druck der Eingeweide und mit Hülfe der zahlreichen Klappen ihrer Gefässe fortbewegt. Der abwechselnde Druck würde aber an vielen Punkten verloren gehen, wenn Luft oder Dunst zwischen den Eingeweiden enthalten wäre. Für die Fortbewegung des Blutes in der Pfortader ist dieser Druck der gesammten Baucheingeweide, verbunden mit dem Saugen des ganzen Brustkastens, ein wesentliches beförderndes Moment. Durch diesen Druck der

Luft wird ferner die Lage der so beweglichen Unterleibseingeweide ohne Störung ihrer Function gesichert.

6) Besonders noch hervorzuheben ist die Wirkung des Luftdruckes auf die Gelenke. Die Gebrüder Weber[1]) haben gezeigt, dass an dem so festen Hüftgelenke weder die natürliche Spannung der Muskeln, noch die Festigkeit der Bänder und des *Labrum cartilagineum acetabuli* im Stande ist, den Schenkelkopf für die Dauer in der Pfanne zu erhalten. Die Muskeln würden bei der Anstrengung, die Last des ganzen Schenkels zu halten, entweder stets in Spannung also steif sein oder sie würden den Schenkel seiner Schwere überlassen müssen. Die Bänder sind zu locker und zu lang, um den Schenkelkopf in der Pfanne zu erhalten. Sollten sie aber dieses thun, so müssten sie fester und straffer sein, dann würden sie aber die Bewegung des Schenkels, besonders dessen Drehung verhindern. Das *Labrum cartilagineum* ist auch zu schwach, um die Last des Schenkels zu halten; wäre es aber dazu auch stark und fest genug, so würde bei der Bewegung eine so starke Reibung erzeugt werden, dass dadurch wiederum, die übrigen Nachtheile abgerechnet, die freie Beweglichkeit gestört werden würde. Den vollsändigsten Beweis für die Wirkung des Luftdruckes auf die Gelenke im Allgemeinen und auf das Hüftgelenk insbesondere erhält man aber nach genannten Männern auf folgende Weise: Wird ein Leichnam so auf den Rand einer Tafel gelegt, dass der Schenkel desselben frei schwebend über dem Rande hängt, so können alle das Hüftgelenk umgebende Muskeln nebst der Kapselmembran vollständig zerschnitten werden, ohne dass der Kopf aus seiner Pfanne weicht oder sonst eine Veränderung seiner Lage erleidet, vielmehr kann er eben so leicht oder eben so schwer als vorher in seiner natürlichen Lage bewegt werden. Die ganze Sache verändert sich aber sogleich, sobald von dem Becken aus ein kleines Loch in das Gelenk gemacht wird, denn durch dieses dringt Luft in die Gelenkhöhle und die Wirkung des äussern Luftdruckes wird aufgehoben, das Bein fällt sogleich aus der Pfanne heraus. Das-

---

1) Wilh. Weber u. Ed. Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. 147 seq. Göttingen 1836.

selbe geschieht aber auch, wenn die Muskeln und Bänder das Hüftgelenk noch umgeben. Der Schenkel wird aber auch wieder in seiner Lage erhalten, wenn man den Kopf in die Pfanne einreibt, also alle Luft heraustreibt und dann das vom Becken her gemachte Loch mit dem Finger zuhält. Wir müssen uns daher die Gelenkräume als luftleer denken. Der auf die ganze Oberfläche des Körpers wirkende Luftdruck drängt die feuchten Flächen der Gelenkenden so fest an einander, dass sie wie geschliffene und feuchte Glastafeln an einander haften. Indem auf diese Art die Luft die Last der Glieder trägt, haben die Muskeln nur nöthig, die Lage derselben zu verändern oder die den Gliedern angehängte Last zu heben. Nur dadurch ist es möglich, durch so schwache Muskeln so grosse Kraftäusserungen zu Stande zu bringen.

Bei der bestehenden Einrichtung unseres Gehörorganes ist ein gewisser Luftdruck oder eine gewisse Dichtigkeit der Luft, wie sie eben auf der Oberfläche unserer Erde gewöhnlich ist, nothwendig. Denn gerade bei dieser Dichtigkeit der Luft werden die Schallwellen so fortgepflanzt, dass unser Ohr dieselben auch noch in einiger Entfernung von ihrer Ursprungsstelle wahrnehmen, den Schall hören kann. Auf hohen Bergen dagegen, wo mit dem Drucke die Dichtigkeit der Luft abnimmt, verschwimmen gleichsam die Töne in der dünnen Luft, so dass z. B. die Stimme eines Menschen schon bei einigen Schritten Entfernung nicht mehr gehört wird. Da nun aber das Ohr dasjenige Organ ist, durch welches wir die meiste Belehrung für unsern Geist erhalten, welches in das todte Bild, das uns das Auge aufschliesst, erst Leben und Bedeutung bringt, so ist der Luftdruck selbst für die Bildung unsers Geistes nicht ohne Einfluss.

§. 114.

Haben wir so den Druck der atmosphärischen Luft als eine der wichtigsten äussern Lebensbedingungen kennen gelernt, so sind doch noch einige andere Verhältnisse der Luft zu betrachten, welche ebenfalls für das Bestehen und Wohlbefinden des Organismus von der grössten Wichtigkeit sind. Es gehört hierher die

früher schon untersuchte Temperatur, die Feuchtigkeit, die Winde und zufälligen Verunreinigungen.

Die Feuchtigkeit der Luft ist entweder als Wassergas oder als Wasserdunst, Wasserdampf vorhanden. Das Wassergas wirkt nicht auf das Hygroskop, ist überhaupt für uns nicht wahrnehmbar, kann aber dadurch einigen Nachtheil äussern, dass es die in einem gewissen Raume vorhandene Luft verringert, indem es Platz wegnimmt. Kommt nun noch durch höhere Wärmegrade eine starke Verdünnung der Luft dazu, so wird die Menge des bei jedem Athemzuge von den Lungen aufzunehmenden Sauerstoffes sehr verringert und es treten die bei dem Athmen in heisser Luft (der Tropen) bemerkten Nachtheile um desto leichter hervor. Wasserdampf hat dieselben Nachtheile, wirkt aber noch dadurch schädlich, dass in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre das nöthige Abdunsten der Feuchtigkeit von den freien Flächen unsers Körpers gehemmt, das Blut also wässriger wird, der ganze Körper das sogenannte leukophlegmatische Ansehn erhält, welches wir bei den Bewohnern feuchter Stuben, in der Nähe von stehenden Wässern und in tiefen engen Thälern gewöhnlich sehen. Die Natur strebt diesen Zustand durch eine starke regelmässig wiederkehrende Reaction, Wechselfieber, abzuwerfen. Der ganze hier erwähnte Zustand ist in trocknen freien Gegenden unbekannt. Ist die Feuchtigkeit der Luft so gross, dass sie sich auf den Körper niederschlägt, so wird diesem durch Wiederverdunsten des Wassers local viel Wärme entzogen. Wenn noch dazu einzelne kleine Luftströmungen, Luftzug den Körper treffen, so wird dadurch Gelegenheit zur Bildung von Rheumatismen und Katarrhen gegeben.

Anhaltende Trockenheit der Luft ist dem Körper nicht nachtheilig, da das durch reichliche Verdunstung fortgehende Wasser durch Getränk leicht wieder ersetzt wird. Die Erfahrung hat dieses auch in dem so ausserordentlich trocknen Jahre 1842 dargethan, in welchem sehr wenig Menschen erkrankten.

§. 115.

Bei dem Ueberblicke des Stoffwechsels sahen wir, dass Pflanzen und Thiere stets gewisse für sie nicht ferner brauchbare Stoffe

ausscheiden. Diese Stoffe mengen sich nun der atmosphärischen Luft bei, verunreinigen dieselbe und machen sie wohl auch in geschlossenem Raume zum fernern Athmen untauglich. Die am häufigsten vorkommenden Verunreinigungen der atmosphärischen Luft sind folgende:

1) Kohlensäure; sie ist in bewohnten Gegenden stets ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft und ihre Menge ist nach der Jahreszeit (im Sommer 0,001083, im Winter 0,000728 Saussure), noch mehr nach den Localitäten verschieden. In der Nähe von Vulkanen dringt sie, wenn der Boden kohlensauren Kalk enthält, aus diesem hervor (Mofetten), eben so in gewissen Grotten, z. B. in der Hundsgrotte bei Neapel. In den Bergwerken ist das kohlensaure Gas als böse Wetter sehr gefürchtet. In der Nähe von Sümpfen entwickelt sich nicht selten Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas u. s. w. Die gewöhnlichste und am weitesten verbreitete Quelle der Kohlensäure ist aber das Athmen der Thiere und das Verbrennen. Daher im Innern grosser Städte, in der Nähe grosser Fabriken, der Hohöfen, der Kalköfen u. s. w. der Reichthum der Luft an Kohlensäure grösser ist als an andern Orten. Am wenigsten Kohlensäure enthält die Luft in weiten unbewohnten Sandwüsten.

In der Menge, in welcher die Kohlensäure gewöhnlich der Luft beigemengt ist, ist sie durchaus unschädlich, besonders wenn die Luft durch Winde oft erneuert wird. In eingeschlossenen Räumen wird der Athmungsprocess je nach der Menge der vorhandenen Kohlensäure beschränkt, gehemmt oder auch ganz aufgehoben, wodurch wieder Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, Scheintod und wirklicher Tod herbeigeführt wird.

Zu den seltnen Verunreinigungen der atmosphärischen Luft gehört Schwefelwasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas.

Eine besondere Verunreinigung erlangt die Luft durch das Sumpfmiasma, dessen Natur noch keineswegs genau erkannt ist. Es fragt sich nämlich, ob es eine Mischung der schädlichen aus dem Sumpfe aufsteigenden Gase, oder eine eigne organische Production sei, vergleichbar den flüchtigen Contagien. Beachten wir indessen die Nachtheile der stets feuchten und warmen Luft, die wir eben berührt haben, so wie die Gasarten, die sich

aus Sümpfen entwickeln, besonders wenn, wie es doch gewöhnlich ist, organische Körper in ihnen faulen, nämlich Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas u. s. w., und den Umstand, dass über den Sümpfen aus localen Ursachen oft auch die Luft stagnirt, so hat man so viel höchst schädliche Momente, dass man ein organisch entwickeltes Miasma nicht anzunehmen braucht. Die Schädlichkeit des Sumpfmiasma steigert sich, wenn die Winde durch Berge oder Wälder abgehalten werden, so wie in der Sonnenhitze. — Aehnliche nachtheilige Verunreinigungen der Luft entwickeln sich in der Nähe von Schlachtfeldern, Kirchhöfen, besonders in niedrigen feuchten Gegenden, und an den Küsten, wenn das Meer viele und grosse Seethiere auswirft. Die Folgen des Einathmens des Sumpfmiasma sind: allgemeine schlaffe kraftlose Ernährung, aufgedunsenes blasses Ansehn, Neigung zu Oedem und Wassersucht, zu langdauernden Wechselfiebern und im heissen Sommer zu Faulfieber und Gallenkrankheiten.

Doch alle diese Verunreinigungen schaden der Brauchbarkeit der atmosphärischen Luft zur Unterhaltung des gesunden Lebens gar nicht oder nur in der unmittelbaren Nähe der Verunreinigungsquelle, so lange der freie Wechsel der Luft durch Winde oder in geschlossenen Räumen durch Ventilation möglich ist. Kann aber, wie in den tiefen Thälern der Schweiz und Tyrols, weder Sonne noch Wind eindringen, gleicht also die Atmosphäre einem Luftsumpfe, so wird zwar bei der Freiheit der Luft nach obenhin das Leben nicht unmittelbar gefährdet, aber die Entwickelung der animalen und besonders der humanen Functionen und ihres Organs, des Gehirns, wird auf eine merkwürdige Weise gehemmt und zwar schon während des Fötallebens. Daher ist in den bezeichneten Gegenden ein angeborner Blödsinn endemisch, den man mit dem Namen C r e t i n i s m u s belegt. Die damit behafteten Individuen nennt man C r e t i n s. Diese Unglücklichen tragen äusserlich die Form des Menschen, aber auch je nach dem Grade der Ausbildung der Krankheit den Ausdruck des tiefsten Blödsinns an sich. Die Form des Kopfes deutet auf eine beschränkte Entwickelung des Gehirns, die Knochen sind meist dick, das Gesicht breit und dick, die Sinne stumpf, die Augen-

höhle niedrig, das Auge matt, die Nase breit und dick, der Mund gross, breit, der Hals gewöhnlich durch einen Kropf entstellt, alle Muskeln schlaff, der Bauch dick und herabhängend, die Beine kurz und gekrümmt, die Geschlechtstheile oft monströs entwickelt und mit Geilheit verbunden. Die ganze Figur eines Cretins ist klein, dick, der Gang schwankend, schaukelnd. In den höhern Graden der Krankheit ist der Geist ganz unfähig zu einiger Entwickelung, in den niedern Graden können solche Individuen doch zu häuslichen Arbeiten abgerichtet werden. In der neuern Zeit, wo man den Grund dieses Zustandes in den eben angegebenen Verhältnissen gefunden zu haben glaubt, werden die Kinder, an denen man die Anlage zum Cretinismus bemerkt, sobald als möglich auf freie, sonnige und warme Höhen gebracht, um mit besserer Bildung und Ernährung des Körpers die Energie des Geistes zu wecken und zu heben.

Ueberblicken wir noch einmal alles von der atmosphärischen Luft Gesagte, so müssen wir gestehen, dass sie durch ihre wesentliche Mischung, durch ihre Schwere und durch zufällige Beimischungen zugleich mit Wärme und Licht zu den wichtigsten äussern Lebensbedingungen gehört. Denn nicht nur, dass sie zum Leben absolut nothwendig ist, ist sie auch für die Entwickelung der vegetativen und animalen, ja selbst, wie wir gesehen haben, der humanen Functionen von der entschiedensten Wichtigkeit. Man nehme die Hälfte des Luftdruckes weg, man ändere das Verhältniss der Mischungstheile der Luft und die Form alles irdischen Daseins wird eine andere werden. Nur bei diesem mittlern Luftdrucke, bei dieser Temperatur und dieser Beleuchtung kann der Mensch werden, was er ist und was er werden soll. Nur auf dieser Erde kann die Geschichte der Menschheit das sein, was sie wirklich ist.

§. 116.

Das Wasser als äussere Lebensbedingung ist eben so nothwendig und wichtig als die Luft. Denn wenn wir die Luft auch nur wenige Minuten, das Wasser aber vielleicht zwei Tage und länger entbehren können, so begründet dieser Umstand doch kei-

nen wesentlichen Unterschied in Beziehung auf den Bedarf beider Körper zum Fortführen des Lebens. Ja während der ganzen Fötalperiode des Lebens ist das Wasser ein weit dringenderes Bedürfniss als die Luft. — Nur wo Wasser ist, da ist auch Leben. — Die wasserarmen Gegenden erzeugen wenig Pflanzen und Thiere. Die sandigen Steppen produciren nur ärmliche niedrige Ericen und einige Locusten und in den weiten Sandwüsten Asiens und Afrikas schwindet alles Leben. Wie sticht dagegen die üppige Vegetation feuchter warmer Gegenden ab, in denen es auch von Thieren aller Classen wimmelt. Zwar ist das Bedürfniss nach Wasser bei verschiedenen Arten und Gattungen der Organismen sehr verschieden, doch kann keine Pflanze und kein Thier ohne Wasser existiren. Die Pflanzen brauchen im Allgemeinen viel Wasser, daher das rasche Aufleben derselben, wenn nach vielen heissen und trocknen Tagen einmal ein reichlicher Regen fällt. Es giebt zwar Pflanzen, welche an glühend heissen und trocknen Felsen wurzelnd ohne Wasserbedürfniss zu wachsen scheinen, nämlich die saftreichen fleischigen Aloeen und Cacteen, doch haben genauere Untersuchungen gelehrt, dass bei völliger Entziehung des Wassers auch diese Pflanzen bald welken und absterben. Unter den Thieren sind es einige der niedrigsten Avertebraten, die Akalephen, welche unglaublich viel Wasser in ihren Körper aufnehmen. Ein Thier, das im Leben 20 bis 30 Pfund wiegt, soll nach dem Trocknen nur wenige Gran Rückstand lassen [Cuvier[1])]. Auch die Mollusken brauchen viel Wasser. Unter den Vertebraten sind es vorzüglich die nackten Amphibien, welche, ohne eigentliche Wasserthiere zu sein, im Trocknen bald umkommen. Frösche schrumpfen ausserordentlich ein, und wenn man sie zu physiologischen Experimenten benutzt, müssen sie oft angefeuchtet werden, wenn ihre Reizbarkeit recht empfindlich bleiben soll. Bei den höhern Thieren nimmt bei solchen, die nicht auf das Leben in oder an dem Wasser angewiesen sind, das Wasserbedürfniss etwas ab. Was nun den Menschen anbetrifft, so gehört es unstreitig zu seinen nothwendigsten Bedürfnissen, Wasser zu trinken und die äussere Haut von Zeit zu Zeit mit

---

1) Cuvier, Das Thierreich. Uebers. v. Voigt. VI. 139.

Wasser in Berührung zu bringen, sich zu waschen und zu baden. Was das Bedürfniss des Trinkens anbelangt, so ist dieses nach Alter, Temperament und Lebensweise verschieden. Ein junger Mensch trinkt mehr als ein alter, ein sanguinischer mehr als ein phlegmatischer, ein thätiger und arbeitsamer mehr als ein träger und fauler. Bekanntlich erregen einige Speisen (Fleischspeisen u. s. w.) den Durst, andere, welche selbst reichlich Wasser mit vegetabilischen Säuren enthalten, stillen ihn. In feuchter kalter Luft ist das Bedürfniss zum Trinken weit geringer als in trockner warmer, in eingeschlossner Luft geringer als in freier. Daher war es möglich, dass in Brunnen, Schachten u. s. w. Verschüttete oft unglaublich lange ausdauern konnten. Bei ungeschmälertem Genusse des Wassers kann der Hunger lange ertragen werden, während, wenn auch das Wasser gänzlich fehlt, schon am vierten bis siebenten Tage der Tod eintritt. Wie sehr aber das Wasser Bedürfniss des Menschen und der Thiere sein muss, werden wir sogleich einsehen, wenn wir bedenken, dass eine grosse Menge des in den Säften des Körpers enthaltenen und zu deren Bestehen nothwendigen Wassers stets von den freien Flächen der Haut und der Schleimhäute abdunstet, dass stets Wasser mit dem Urine abgeht und dass nur Wasser das Vehikel ist, durch und in welchem der Wechsel der Stoffe, die Ernährung und Absonderung möglich ist. Nur im Wasser aufgelöst können die wirklich nährenden Stoffe in die Säftemasse gelangen, das Ernährungsmaterial für alle Gewebe, das Plasma, kann nur in flüssiger Form zu den einzelnen Theilen und deren Gewebe gelangen, und nur in aufgelöster Gestalt können die nicht mehr brauchbaren Stoffe aus dem Körper geführt werden. Je lebhafter also der Lebensprocess ist und je mehr Feuchtigkeit von den freien Flächen an die äussere Luft abgegeben wird, desto grösser ist das Bedürfniss nach Wasser. Was den äussern Gebrauch des Wassers anbelangt, so haben wir schon oft Gelegenheit gehabt, auf die Wichtigkeit der Hautrespiration aufmerksam zu machen, wir brauchen daher hier nur beizufügen, dass dieser Process durch nichts besser unterhalten wird, als durch eine sorgfältige Hautcultur mittelst fleissigen Waschens und Badens mit reinem frischen Wasser.

§. 117.

Nahrung als äussere Lebensbedingung. Wir haben oben bei dem Chemismus des organischen Körpers gesehen, dass mit jeder Lebensäusserung eine Consumtion des Stoffes verbunden ist. Der consumirte Stoff muss aber wieder ersetzt werden, wenn das Leben nicht gefährdet werden soll. In den Geweben des Körpers erfolgt dieser Ersatz stetig und ununterbrochen, so wie der Verbrauch ununterbrochen Statt findet. Das zu diesem Ersatze nöthige Material nehmen die mit einem Magen begabten Thiere nicht, wie die Pflanzen, stets und ununterbrochen, sondern nur von Zeit zu Zeit auf, während im Innern der Gewebe der Stoffwechsel ohne Unterbrechung fortgeht. Der Zeitraum, wie lange Thiere die Aufnahme der Speisen in den Magen aussetzen können, ist zwar sehr verschieden, doch findet man im Allgemeinen, dass Thiere, deren Lebenserscheinungen rasch ablaufen, die Speisen nicht so lange entbehren können, als träge, wenig Veränderungen der Lebenserscheinungen zeigende Thiere. Ein körnerfressender Vogel hält kaum 24 Stunden, eine Schildkröte wohl ein halbes Jahr ohne Nahrung aus. Ferner findet man, dass die Herbivoren aller Classen den Hunger nicht so lange ertragen können als die Carnivoren. Ein Raubthier muss oft lange suchen, ehe es einen Raub findet, den es überwältigen kann.

Das Nahrungsbedürfniss des Menschen ist verschieden nach Alter, Geschlecht, Temperament, Gewohnheit, Constitution, Lebensart und äussern Verhältnissen. Das Kind und der junge Mensch braucht öfter und mehr Nahrung als der alte Mann, der Mann mehr als die Frau. Der Sanguiniker und der Choleriker mit dem raschen lebhaften Lebensprocesse können die Nahrung nicht so lange entbehren als der Melancholiker und Phlegmatiker. Die Gewohnheit ist von grossem Einflusse auf das Bedürfniss zu essen. Wer gewohnt ist, den Magen stets voll zu haben, muss am Ende auch stets essen. Eine kräftige Constitusion, ein robuster starker Körperbau verlangt ganz natürlich auch mehr Nahrung als eine schwächliche Constitution mit kleinem Körperbau. Die Lebensart muss unstreitig auch auf das wahre Nahrungsbedürfniss von grossem Einflusse sein. Der Mann, der stets in

freier Luft mit schwerer Arbeit beschäftigt ist, muss mehr Nahrung brauchen als der, welcher in der Stube eine wenig thätige Lebensart führt. In der Kälte ist das Nahrungsbedürfniss grösser als in der Wärme. Der Hunger wird daher am längsten von einer gesunden wohlgenährten Frau mittlerer Jahre, ruhigen Temperaments, in eingeschlossner nicht kalter Luft und bei unbeschränktem Genusse des Wassers ertragen werden.

Anmerkung. Einer der neuesten Fälle von langem Fasten ist von Casper mitgetheilt. Ein Gefangener fasste den Entschluss, durch Verhungern zu sterben, und nahm auch während zehn Tagen durchaus keine Nahrung zu sich, spülte sich nur in den letzten Tagen den Mund mit Wasser aus. Am zehnten Tage nahm er einige Unzen Zuckerwasser zu sich und klagte über den Geruch nach Milch, der ihm stets vor die Nase komme. Dieser Geruch war während der Nacht so stark und so lockend geworden, dass der Gefangene seinen Entschluss aufgab, dringend Milch verlangte und Brot genoss. In diesem Falle dauerte das Gefühl von Hunger nur drei Tage, worauf der Kranke ganz ruhig zusah, wenn seine Mitgefangenen assen.

Konnten wir früher schon auf einen Kreislauf der Materie aus dem Unorganischen zu den Pflanzen, aus diesen zu den Thieren und endlich aus diesen wieder in das Unorganische aufmerksam machen, so haben wir hier nun auf einen höchst interessanten Haushalt der Natur in Bezug auf Nahrung zu achten. Die Menge der Thiere und die Arten derselben sind gerade so bestimmt und abgezählt, dass alle Thiere Nahrung und jedes Nahrungsmittel eine dasselbe geniessende Thierspecies findet. Was das Eine verschmäht, ist dem Andern ein Leckerbissen. Während das Eine nach süssen Früchten sucht, sieht sich das Andere nach trocknen Körnern um. Während das Eine seinen Hunger nur mit frischem warmem Fleische stillt, dient dem Andern stinkendes Aas. Besonders wichtig für die Oekonomie der grossen Natur sind die Insecten. Durch sie wird die Natur erst bis in den kleinsten Winkel belebt, und wo organische Masse sich zersetzen will, sind Tausende dieser kleinen Wesen da, um dieselbe sogleich wegzuschaffen. Unter diesen Thieren findet der weichste Schleim wie das härteste Holz seinen Verzehrer. In dem Meere sind die Akalephen durch ihre Gefrässigkeit und unglaubliche Verdauungskraft von der grössten Wichtigkeit. Von der zwei Fuss im

Durchmesser haltenden *Phacellophora camtschatica Br.* bis zu der nur $\frac{1}{6}$ Linie grossen *Oceania microscopica Ehrenb.* sorgen sie dafür, dass es in dem weiten Weltmeere, wo stets Millionen von organischen Wesen sterben, doch zu keiner fauligen Zersetzung der organischen Masse kommt, während sie selbst wieder grössern Thieren zur Beute werden. Wie im thierischen und menschlichen Körper alle nicht mehr brauchbaren Molecülen aufgelöst und von den Gefässen fortgeführt werden, um nach aussen abgeschieden zu werden, so ist in dem grossen Erdorganismus ebenfalls dafür gesorgt, dass nirgends abgestorbene organische Materie den chemischen Kräften allein anheimfalle. Tausende von Wesen sind emsig beschäftigt, die gestorbene Masse neu zu beleben, sie in den Kreislauf des Lebens zurückzuführen.

§. 118.

Nachdem wir die Fundamentalerscheinungen des Lebens, die innern und äussern Lebensbedingungen kennen gelernt haben, so könnte man hier eine Gliederung und Zusammenstellung der aus den Fundamentalerscheinungen zusammengesetzten Functionen erwarten; da wir jedoch schon in der Einleitung S. 5. diese Gliederung gegeben haben, so können wir hier sogleich auf die allgemeinen Gesetze der Lebenserscheinungen übergehen.

§. 119.

Die Potenzen der Aussenwelt wirken bestimmend und ändernd auf die Lebenserscheinungen, und in dieser Beziehung werden sie auch Reize, Lebensreize genannt. Sie sind theils solche, welche absolut nothwendig für die Erhaltung des organischen Lebens sind (Lebensbedingungen), theils solche, welche zwar nicht absolut nothwendig, aber doch unterstützend und fördernd für die eine oder die andere organische Function sind (Reize im engern Sinne) theils sind es endlich solche, welche schon bei geringem Grade der Einwirkung auffällige Veränderungen in den Lebenserscheinungen hervorbringen, dadurch dem ruhigen Gange des Lebens nachtheilig werden, ja wohl das Leben selbst gefährden und zerstören (äussere Schädlichkeiten). Diese Reize wirken

theils auf mehr mechanische Art, wie der Druck der Luft, theils auf mehr chemische Art, wie der Sauerstoff der Luft, die meisten Speisen, theils auf sogenannte dynamische Art, wenn sie zunächst das Nervensystem berühren, die Innervation nach Stärke und Richtung verändern oder wohl auch ganz aufheben. Die Reize sind ferner theils absolut äussere, welche wirklich ausserhalb des Organismus liegen, theils relativ äussere, welche innerhalb des Organismus sich befinden und daher nur für gewisse Organe äussere Reize genannt werden können, wie die Speisen für den Darmcanal, das Blut für das Gefässsystem, der Wille für die bewegende Seite des Nervensystems. — In Beziehung auf die Hauptgruppen der organischen Functionen sind die Reize der Aussenwelt sehr verschieden. Jede Gruppe von Functionen, ja jede einzelne Function findet einen ihr entsprechenden Reiz, und soweit unsere Kenntniss der Natur geht, findet auch jede Seite der Aussenwelt, beim Menschen wenigstens, eine entsprechende Seite, ein Auffassungsorgan am Organismus. Wir werden sehen, dass für den Menschen die grösste Summe der Reize vorhanden ist. Denn je einfacher eine Organisation ist, desto enger ist der Kreis der für sie vorhandenen Reize. Da nun im Gegentheil die Organisation des Menschen die complicirteste ist, so werden auch die meisten Reize der Aussenwelt gleichsam einen Angriffspunkt finden. Für die vegetative Sphäre sind es besonders die materiellen den Umsatz der Stoffe vermittelnden Aussendinge, welche als Reize auftreten, die Wärme, das Licht, die Luft, das Wasser und die Nahrung. Den animalen Functionen entsprechen besondere Seiten der Aussenwelt als Reize. Diese Reize sind aber nicht grobmaterielle Stoffe, sondern gewisse Zustände der Materie, welche der empfindenden Seite des Nervensystems gegenüberstehen und in ihren Einzelnheiten den Sinnesorganen entsprechen. Es gehören ausser der mechanischen Berührung des Körpers hierher die chemischen Nüancen der im Wasser auflöslichen und in der Luft sich verflüchtigenden Dinge, welche Geschmack und Geruch afficiren, die durch die Masse der Körper gehenden und sich gewöhnlich durch die Luft bis zum Gehörorgane fortpflanzenden Schwingungen, der Schall, und endlich die Erscheinungen des Lichtes, welche für das Auge als noth-

wendiger Reiz auftreten. Diese Reize sind für die Pflanze, ja selbst für viele der niedrigsten Thiere, denen die höhern Sinnesorgane abgehen, gar nicht vorhanden. Erst mit einer vollendeten Ausbildung der Sinnesorgane tritt die Möglichkeit einer Einwirkung dieser Seiten der Aussenwelt auf den Organismus auf. Ausser den hier angegebenen Reizen sind für die allseitige Entwickelung der Lebenserscheinungen gewisser Thiere noch besondere Reize oder, genauer betrachtet, Reizgruppen nöthig, welche nur bei einem geselligen Zusammenleben der Thiere möglich sind, wo also ein Individuum ohne Rücksicht auf das Geschlecht für das andere als Reiz eintritt. So kann die Biene nur im Stocke, der Bieber nur in Gesellschaft den Trieb zum Bauen bethätigen. Die meisten Wandervögel ziehen in grossen Schaaren, viele beobachten dabei bestimmte Ordnung. Manche Thiere vereinigen sich zu gemeinschaftlicher Vertheidigung, als: Affen, Pferde, Schweine; andere gehen auf gemeinschaftlichen Raub aus, z. B. der Hund, der Fuchs, der Wolf. Sehen wir hier schon bei den Thieren mehrere Individuen zur Erreichung eines bestimmten gemeinschaftlichen Zweckes vereinigt, so tritt die Nothwendigkeit einer solchen Vereinigung vieler Individuen bei den Menschen noch weit dringender auf. Der einzelne, von aller Gesellschaft entfernt aufwachsende Mensch verwildert, sinkt zu den Thieren des Waldes, welche seine Vorbilder sind, herab. Wie für die vegetativen Functionen die Nahrung, für die animalen die Sinneseindrücke, so ist für die humanen Functionen der Verein der Menschen, der Unterricht und das Beispiel der nothwendigste Lebensreiz, ohne welche der Geist verdumpft und seiner schönsten Entwickelung beraubt wird. Wie aber Nahrung und Sinnesreiz in Bezug auf Quantität und Qualität dem Organismus entsprechend sein muss, so muss auch Unterricht und Beispiel passend, ja sorgfältig gewählt sein, wenn nicht Vorurtheil, unbeherrschte Leidenschaft und Laster den Geist zerstören sollen.

Die Quantität oder Stärke eines Reizes ist für den Erfolg oder die Reaction von der grössten Wichtigkeit. Jedem Geschöpfe, ja jedem Organe entspricht nur eine gewisse Stärke des Reizes. Während der an den Schneegebirgen umherkreisende Adler den intensivsten Reiz des Lichtes und der Kälte sucht, ver-

kriecht sich die Fledermaus und der Maulwurf ins Dunkle. Für diese Thiere ist gerade eine geringe Beleuchtung hinreichend, und jene Kälte bringt sie zur Erstarrung. Reize, die in Betracht ihrer Qualität dem Organismus wenig entsprechen, ihm sogar feindlich gegenüberstehen, können, wenn sie denselben in sehr geringer Quantität treffen, spurlos an ihm vorübergehen oder doch eine solche Wirkung zeigen, dass dem Organismus kein Nachtheil daraus erwächst. Die stärksten Gifte, als: Blausäure, Arsenik, die giftigen Alkaloide der Pflanzen, die stärksten Säuren können dem Organismus in so geringer Menge einverleibt werden, dass gar keine sichtbare Veränderung der Lebenserscheinungen darauf folgt. Nach etwas stärkern Gaben erfolgen zwar Veränderungen der Lebenserscheinungen, sie gehen aber ohne bleibenden Nachtheil für den Organismus vorüber oder werden von dem Arzte absichtlich hervorgerufen, um gewisse krankhafte Erscheinungen zu beseitigen. Es giebt daher keine absoluten, auch in der kleinsten Gabe den Organismus wesentlich verändernden Potenzen, und die Milliontheil-Grane der Homöopathen gehören wohl in das Reich der Täuschungen und Träume.

So wie hier das Zuwenig auch des feindlichsten Reizes unbemerkt an dem Organismus vorübergeht, so ist das Zuviel auch an dem passendsten und zweckmässigsten Reize nachtheilig. Zu viel Speisen stören die Verdauung, zu helles Licht blendet das Auge, zu starker Schall betäubt das Ohr, ja er kann es nicht allein für immer zerstören, sondern selbst das ganze Nervensystem heftig erschüttern. So nachtheilig die Kälte für den Organismus ist, eben so schädlich ist eine anhaltend zu hohe Temperatur, ja durch sehr hohe Hitzgrade kann der Organismus plötzlich zerstört werden. Sonach ist ein mittlerer Grad der Reize für den normalen Gang der Lebenserscheinungen durchaus nothwendig.

Aus dem Gesagten geht nun wohl hervor, dass die meisten Reize, aber nicht alle, eine vermehrte gesteigerte Lebensthätigkeit in dem einen oder dem andern Organe und Systeme veranlassen. Ist nun diese Steigerung der Lebenserscheinungen von Ausdauer, erlangt der Lebensprocess eine gewisse Energie seiner Aeusserungen, so nennt man den vorangegangenen Reiz

einen belebenden, stärkenden. Die schon näher betrachteten äussern Lebensbedingungen sind so recht eigentlich als belebende Reize anzusehen. Ferner ist hierher zu rechnen eine mässige Freude, bei Geschwächten der sehr mässige Genuss des Weins u. a. m. Ist dagegen die nach dem Reize folgende Steigerung der Lebenserscheinungen eine nur kurze Zeit dauernde, bald vorübergehende, so nennt man den Reiz einen flüchtigen, z. B. den Aether, die ätherischen Oele u. s. w. Der Aufregung, welche ohne Vermehrung der innern Lebensenergie durch dieselben veranlasst wird, folgt gewöhnlich ein Zustand geringerer Reizempfänglichkeit, ein tieferer Stand der Lebensäusserungen. Man nennt diesen Zustand geringerer Reizempfänglichkeit wohl auch Ueberreizung. War der Eingriff des Reizes so heftig, dass gar keine Zeit zur Reaction übrig blieb, oder erfolgte diese Reaction so heftig, dass sie selbst zum Nachtheile des Organismus ausschlug, so nennt man den Reiz einen zerstörenden. Es gehören hierher die concentrirten Alkalien, Säuren, grosse Kälte, grosse Hitze, manche heftige Gemüthsbewegung. Nun giebt es aber noch äussere Potenzen, welche, mit dem Körper in nähere Berührung gebracht, demselben in geringerer Quantität gefährlich werden, da ihre Beimischung mit der Constitution der organischen Materie unverträglich ist, die also auch, wie es scheint, gar keine Reaction veranlassen können. Diese werden in der Hand des Arztes als deprimirende Mittel oft sehr heilsam. Die bekannteste hierher gehörige Materie ist die Blausäure; doch dürfte noch als nicht materieller Reiz der vernichtende Schreck über eine plötzlich hereinbrechende grosse Gefahr oder ein ungeheures Unglück hierher zu rechnen sein. Für einzelne Organe sind mehrere dergleichen Reize durch Erfahrung gefunden worden, doch beruht ihre Wirkung sehr oft auf antagonistischer Aufregung eines andern Organs und Systems. Die Folgen der sogenannten umstimmenden Reize, d. h. solcher, welche in irgend einem Organe oder Systeme die Lebenserscheinungen nicht deprimiren, nicht steigern, sondern der Art nach verändern, beruhen nicht auf einem so einfachen Vorgange, wie die Folgen der vorher bemerkten Reize, denn die Thätigkeit eines einzelnen einfachen Gewebes kann nicht umgestimmt werden, dieselbe ist so fest be-

stimmt, dass sie der Art nach immer dieselbe bleiben muss. Die elastische Faser wird immer nur ihre Elasticität, das contractile Bindegewebe und die Muskelfaser immer nur ihre Contractionsfähigkeit zeigen u. s. w. Dagegen kann in den Organen, welche aus mehreren oder vielen einfachen Geweben zusammengesetzt sind, die aus der Thätigkeit aller Gewebe hervorgehende Function sehr wohl auch der Art nach abgeändert erscheinen. Am deutlichsten kommen solche qualitativ veränderte Lebenserscheinungen an den Absonderungsorganen vor, wo durch mannigfaltige äussere Einflüsse das Product der Absonderung verändert werden kann. Als inneres Moment zu einer solchen Veränderung ist sehr oft eine fehlerhafte Mischung der Säfte überhaupt anzusehen, ferner eine verstärkte oder verminderte Innervation, wodurch der Tonus der Elementargewebe und der Blutandrang, folglich auch das Product der Absonderung verändert werden muss. Man hört auch nicht selten von einer Umstimmung des Nervensystems sprechen. Diese Umstimmung wird aber meistens nur dadurch zu Stande gebracht, dass durch bestimmte Reize eine Provinz des Nervensystems besonders in Anspruch genommen und dadurch die andere von zu starker Innervation befreit wird (Brechmittel, Ekelkur). Den Vegetationsprocess im Allgemeinen umstimmende Reize sind solche, welche, in die Säftemasse aufgenommen, dieselbe auf eine mehr chemische Weise verändern und dadurch manche krankhafte Aeusserung beseitigen. Im Allgemeinen nennt man solche krankhafte Mischungen der Säfte Dyskrasien. So wie uns die Chemie bis jetzt wenig oder nichts über das Wesen dieser Zustände gelehrt hat, so wenig hat sie uns Aufschluss über die Wirkungsart der gegen dieselben empfohlenen Mittel gegeben. Das Resultat ihrer Wirkung bleibt aber immer eine Veränderung in der Mischung der Säfte, denn diese, welche vorher nicht geeignet waren, das Material zu einer normalen Ernährung der Gewebe herzugeben, erfüllen nach dem Gebrauche genannter Mittel ihren Zweck mehr oder weniger vollkommen. Die Wege, deren sich die Natur bedient, um eine solche fehlerhafte Mischung zu beseitigen, sind die Se- und Excretionen, durch welche die nicht fernerhin zu organischen Functionen brauchbaren Stoffe aus dem Körper fortgeschafft werden.

Da nun aber dieses Fortschaffen nur bei einem lebendigen regen Stoffumsatze möglich ist, so muss zuerst die Wegnahme der nicht brauchbaren Stoffe durch die Resorption unterstützt werden; dieses geschieht besonders durch den Hunger, daher die gute Wirkung der Hungerkur in dyskrasischen Krankheiten. Die die Vegetation umstimmenden antidyskrasischen Mittel werden nun auf eine der folgenden Arten allein oder vorzugsweise wirken:

1) Durch direct chemisches Eingreifen in die Säftemasse, wie die Alkalien bei vorherrschender Säure, vielleicht auch die Merkurialien gegen Syphilis.

2) Durch besondere Begünstigung des Verbrennungsprocesses in den Geweben und dadurch beförderter Ausscheidung der fehlerhaften Stoffe. Hierher gehört die Kaltwasserkur, fleissige Bewegung in kalter, besonders in Gebirgsluft.

3) Durch gelinde Bethätigung aller Se- und Excretionen und dadurch bewirkte Ausführung der kranken Stoffe aus der Säftemasse. Hierher gehören besonders die scharfstoffigen Mittel, einige Merkurial- und Antimonialpräparate.

Die Reize sind also äussere auf den Organismus wirkende Einflüsse, welche die Lebenserscheinungen bald bedingen, wie die Lebensbedingungen, bald nur unterstützen und beschleunigen, bald auch hemmen und unterdrücken, bald endlich auch der Art nach verändern können.

§. 120.

Reizbarkeit, Reizempfänglichkeit, Receptivität ist die Eigenthümlichkeit des Organismus, durch äussere Einflüsse (Lebensbedingungen, Reize) zu den Lebensäusserungen überhaupt und zu gewissen Modificationen derselben besonders gestimmt zu werden oder nach der Einwirkung eines Reizes Erscheinungen zu zeigen, welche nicht allein aus der wirkenden Ursache (dem Reize) zu erklären, sondern als das gemeinschaftliche Product zweier Potenzen, des Reizes und der Organisation, zu betrachten sind. Die Reizbarkeit gehört der aufnehmenden Seite des Organismus an und muss nach dem Grade und der Com-

plication der organischen Ausbildung einen engern oder weitern Umfang haben. Bei den niedrigsten und einfachsten Pflanzen und Thieren ist der Kreis der Reizbarkeit am engsten, bei dem Menschen dagegen am weitesten. Dem Menschen steht, wie wir glauben müssen, die ganze Natur offen, jede Seite derselben findet eine Pforte, durch welche sie zur Erkenntniss desselben eindringen kann. Nichts geht an demselben unbemerkt vorüber. Ganz allein ihm angehörig ist die Reizbarkeit der humanen Sphäre. Der Geist des Menschen wird nur durch Unterricht zur Entwickelung gebracht, und für begabte Geister scheint hier schon der Kreis möglicher Erkenntniss sich ins Unendliche zu verlieren.

Die Reizbarkeit ist nach Gattung und Art des Organismus, nach Alter, Geschlecht, Temperament und sonstigen individuellen Eigenthümlichkeiten quantitav und qualitativ verschieden.

Nach Gattung und Art. Jede Pflanze, jedes Thier hat seine eigenthümliche Lebensweise. Die eine Pflanze gedeiht nur unter den brennenden Strahlen der tropischen Sonne, bei wenig Wasser am glühenden Felsen, die andere in den Sümpfen der heissen Zone, während andere sich im gemässigten Clima in den trocknen, sandigen und feuchten, erdigen Boden theilen. Eben so verhält es sich mit den Thieren. So beschränkt die Reizbarkeit der wirbellosen Thiere in der Regel ist, so sehr dadurch der Wohnort der einzelnen Species bestimmt wird, eben so zahllos sind aber auch die Arten dieser Thiere. Diese verschiedenen Arten alle haben nun jede einen eignen Kreis von Reizen, für welche sie Empfänglichkeit besitzen. Dieses Thier lebt in trockner, jenes in feuchter Wärme; dieses in gemässigtem Clima trocken, jenes feucht u. s. w. Von der Verschiedenheit der Nahrung haben wir schon gesprochen. Die Wirbelthiere zeigen eine ähnliche Verschiedenheit in allen Classen. Aber auch nur bei dieser Mannigfaltigkeit der Reizempfänglichkeit war es möglich, dass jeder Winkel der Erde bewohnt sein, dass überall organische Masse gebildet, zerstört und neue gebildet werden konnte. Nur die strengste Kälte und der Mangel alles Lichtes setzt diesem lebendigen Treiben Schranken.

Nach dem Alter. Die schwachen Reize, welche die dem Neugebornen eignen Lebenserscheinungen unterhalten, beziehen sich vorzugsweise auf die vegetative Sphäre und sind gering an Zahl: Wärme, wenig Licht, Luft und Muttermilch sind die wichtigsten. Diese können aber der Reizbarkeit eines ältern Kindes, eines Jünglings oder Mannes nicht entsprechen. Der Erwachsene verlangt nicht allein stärkere, sondern auch mannigfach verschiedene Reize, von denen aber der Neugeborne bis zur Unterdrückung des Lebens afficirt werden würde. So wie das kindliche Alter Reize besitzt, für welche der Erwachsene keine Empfänglichkeit hat, z. B. die kindischen Spiele, so gehen auch an dem kindlichen Organismus eine Menge Reize unbemerkt vorüber, von denen der Erwachsene auf das Tiefste erschüttert, ja von denen selbst das Leben in Gefahr gebracht werden kann, z. B. das Gefühl des tiefsten grenzenlosen Unglücks oder der höchsten Wonne, Seelenschmerz und Exstase. Eben so sind eine Menge Sinnesreize dem Kinde noch ganz unbekannt.

Nach dem Geschlechte. Im Ganzen ist das Weib reizbarer als der Mann, doch finden sich in dieser Beziehung nach Temperament, Lebensweise u. s. w. viele Ausnahmen. Das Weib hat aber für ganz andere Reize Empfänglichkeit als der Mann. Dasselbe empfindet Alles, was das Gefühl und das Gemüth berührt, weit lebhafter als der Mann, während dieser sich mehr zu der erkennenden und forschenden Verstandesthätigkeit hinwendet. In der animalen Sphäre des Weibes findet man ein leicht bewegliches, von Allem leicht afficirbares Nervensystem, die Sinne besitzen eine zarte Reizbarkeit, aber die Eindrücke gehen bald vorüber, werden von andern leicht verdrängt, daher sie weniger zu anhaltenden Beobachtungen geeignet sind. Das Nervensystem und die Sinnesorgane des Mannes haben zwar eine weniger lebhafte Reizbarkeit, es verdrängt ein Eindruck den andern nicht so rasch, aber die Sinnesorgane des Mannes sind auch mehr als die des Weibes der anhaltenden Anstrengungen fähig. In der humanen Sphäre herrscht bei dem Weibe das Gemüth, bei dem Manne der Verstand vor, daher die Reizbarkeit beider eine ganz verschiedene ist. Das Weib findet Gefallen am Kleinlichen, Niedlichen und Bunten, der Mann wird dagegen mehr afficirt von

dem, was Nutzen verspricht. Das Weib ist empfänglicher für das Schöne und Gute, der Mann für das Nützliche und Wahre. Daher ist das Weib nicht geeignet für die Leitung bürgerlicher Verhältnisse oder für die tiefern Forschungen im Gebiete der Wissenschaft. Die wichtigsten Entdeckungen und Erfindungen in Wissenschaft, Kunst und Industrie gehen an dem Weibe unbeachtet vorüber, während sie den Mann zu neuen Forschungen anspornen.

Nach dem Temperamente. Da die ganze Eintheilung und Unterscheidung der Temperamente auf dem verschiedenen Verhältnisse zwischen Reizempfänglichkeit und Reaction beruht, so kommen wir bei der speciellen Betrachtung der Temperamente auch auf die sie bedingende verschiedene Reizbarkeit zurück.

Nach individuellen Eigenthümlichkeiten. Jedermann weiss, dass sehr oft das, was dem Einen angenehm ist, ihn freudig berührt, den Andern gleichgültig lässt oder gar unangenehm trifft. Im Allgemeinen wird die Reizempfänglichkeit davon abhängen, welche Sphäre organischer Thätigkeit vorzugsweise entwickelt und welches der Grad geistiger Bildung überhaupt ist. Von Personen, bei denen besonders die niedere vegetative Thätigkeit vorherrschend ist, werden die Aussendinge, welche zu dieser Beziehung haben, als angenehme Reize aufgenommen werden. Eine wohlbesetzte Tafel, der angenehme Geruch der Speisen und Getränke ist der mächtigste Reiz für diese Menschen. Da nun aber in der Regel bei solchen Individuen die höhern Sinne weniger scharf sind und in der geistigen Sphäre gewöhnlich auch eine Richtung nach niederm Genusse vorherrscht, so gehen alle Reize, welche die eigentliche humane Sphäre treffen, wie die höhern Ideen des Wahren, Guten und Schönen unbeachtet vorüber. Ein solcher Mensch wird bei dem erhabensten Gedichte, bei der begeisterndsten Wahrheit, bei der Schilderung der höchsten Geistesgrösse einschlafen, während der Mensch, bei dem das humane Leben hinlänglich entwickelt ist, zum Entzücken fortgerissen wird. Der ungebildete rohe Naturmensch hat Empfänglichkeit für Dinge, welche in den Augen des Feingebildeten gar keinen Werth haben, und umgekehrt hat dieser einen für die Genüsse der feinen Welt empfänglichen Sinn, welcher jenem abgeht.

Noch ist die Reizbarkeit nach den Organen und Geweben eine verschiedene. So hat die Leber eine besondere Reizempfänglichkeit gegen manche Gemüthsbewegungen, das Herz gegen andere; die Haut wird vom Senf so afficirt, dass sie durch Röthe und Entzündung reagirt, der Magen nimmt denselben auf und verdaut ihn. Ferner besitzen die Nieren eine besondere Empfänglichkeit gegen alle sogenannte Diuretica, der Magen gegen die Emetica u. s. w. Diese Stoffe nun kennen zu lernen, zu welchen einzelne Organe eine besondere Reizempfänglichkeit haben, ist Sache der Erfahrung. Sie ist für den practischen Arzt von der grössten Wichtigkeit, da ihm nur auf diesem Wege die Mittel zur Heilung der Krankheiten geboten werden. Die Arzneimittellehre behandelt sie genauer und specieller. Noch besitzen wir aber bekanntlich einige Organe, Sinnesorgane genannt, welche nur für gewisse Seiten der Aussenwelt Reizempfänglichkeit besitzen, uns diese verschiedenen Seiten kennen lehren und die einzige, aber auch vollkommen ausreichende Quelle unserer geistigen Ausbildung sind.

Diese eben betrachtete wichtige Eigenschaft der organischen Körper überhaupt und des Menschen insbesondere, die Reizbarkeit in ihren mannigfaltigen Richtungen und Verschiedenheiten nach Gattung und Art, nach Alter, Geschlecht und Individualität, bedingt nicht allein die Möglichkeit, dass jeder Winkel der Erde bewohnt ist, sondern auch, dass das ganze Menschengeschlecht sich fortbildet und der einzelne Mensch ruhig und glücklich neben dem andern leben kann. Nur bei dieser Verschiedenheit der Reizbarkeit war es möglich, dass die verschiedenen Zweige menschlicher Erkenntniss und Geschicklichkeit ihre Bearbeiter und Beförderer fanden und doch Alles sich zum gemeinschaftlichen Baue der Wissenschaft und Kunst vereinigt. Während bei dem Einen das Gemüth selbst gegen die verschuldete Noth seiner Nebenmenschen weich, empfänglich ist, fragt der Andere nach dem strengen Rechte, und so paart sich das Zarte mit dem Strengen zum Wohle der Menschheit. — Ferner nur dadurch, dass die Empfänglickeit für die Genüsse des Lebens eine so verschiedene ist, ist es möglich, dass die Menschen dicht gedrängt friedlich neben einander wohnen.

§. 121.

Die Gegenwirkung, Reaction gehört der ausgebenden Seite des Organismus an und umfasst die aus dem Conflicte mit den Reizen hervorgehenden Erscheinungen, folglich streng genommen fast alle nicht allein auf Empfindung beruhende Lebenserscheinungen. Da nun die Gegenwirkung stets nach aussen gerichtet ist, so nennt man die sie begleitenden Erscheinungen auch Lebensäusserungen und im Gegensatze davon die Reizempfänglichkeit ganz treffend Lebensinnerung. Alle Reactionserscheinungen müssen sich, wenn wir sie wahrnehmen sollen, auf eine mechanische Bewegung der festen oder flüssigen Theile beziehen, können daher auch nur in höhern Geweben auftreten. Epithelium und Knochengewebe kann keine Reaction zeigen, und wenn sich letztere in Folge von Verletzungen entzündet, so geht die Entzündung nicht von dem Knorpel oder der Knochenerde, sondern von dem Gefässnetze im Knochen aus. Alle Reaction muss von den S. 537. aus einander gesetzten Bewegungserscheinungen ausgehen. Als Beispiele der Reaction zusammengesetzter Organe gegen gewöhnliche naturgemässe Reize führen wir hier nur folgende an. Der Magen und der Darmcanal reagiren gegen den Reiz ihres Inhaltes durch die peristaltische Bewegung; war der Reiz ungewöhnlich heftig, so erfolgt Erbrechen oder Durchfall. Das Herz reagirt gegen den leisesten Reiz durch Contraction, und da der gewöhnliche Reiz das Blut ist, so wird dieses zugleich durch die Reaction des Herzens fortbewegt. Die Muskeln wirken gegen den sie unmittelbar treffenden oder durch die Nerven zugeleiteten Reiz ebenfalls nur durch ihre Zusammenziehung. Die Iris reagirt gegen den Reiz des Lichtes. In der geistigen Sphäre erfolgen die Reactionen durch Uebertragen einer Gemüthsbewegung auf den Willen, der dann mittelst Nerven und Muskeln thätig in die Aussenwelt eingreift. Trifft den Körper irgend ein ungewöhnlicher Reiz, der durch seine Quantität oder Qualität Beziehung zu dem allgemein verbreiteten Systeme der Blutgefässe oder der Nerven hat, so erfolgt auch eine allgemeine Reaction. Wir sehen einen vermehrten Herzschlag, beschleunigte Circulation des Blutes, vermehrten Turgor der Haut,

grössere Wärme, leichtere und raschere Bewegungen u. s. w. schon nach einer grossen Freude, nach dem Genusse eines warmen geistigen Getränkes u. s. w. entstehen. Ist aber der Reiz noch stärker und dabei fremdartig, so erfolgen ähnliche Erscheinungen, nur ist statt der leichtern Beweglichkeit grosse Abgeschlagenheit der Glieder, krankhafte Veränderung der Temperatur und Veränderung der Absonderungen zu bemerken. Diesen Zustand, der längere Zeit dauert, sich durch materielle Krisen entscheidet, nennt man Fieber, *febris*. Trifft ein heftiger Reiz das Nervensystem, so trägt sich dieser von der empfindenden Seite auf die bewegende über, es erfolgen zwecklose unregelmässige Zusammenziehungen der Muskeln, Krampf. Ist der Reiz aber so stark, dass er der Receptivität und Reactionsfähigkeit des Nervensystems gar nicht mehr entspricht, so erfolgt partielle Lähmung oder allgemeine Lähmung, Tod.

Im ganz normalen Zustande ist nun die Reactionsfähigkeit des Organismus eben so wie die Reizempfänglichkeit verschieden nach Alter, Geschlecht, Temperament, Constitution und Individualität. Das mittlere Lebensalter, das männliche Geschlecht, das cholerische und melancholische Temperament und eine kräftige Constitution sind von einem kräftigern Reactionsvermögen begleitet als die entgegengesetzten Verhältnisse. In Krankheiten kann das Verhältniss der Reizbarkeit und des Reactionsvermögens verschieden abgeändert sein. Die Betrachtung dieser Abänderungen gehört jedoch in die allgemeine Pathologie.

§. 122.

Betrachten wir die Folgen der Reaction, so bemerken wir, dass sie bei Weitem in den meisten Fällen höchst zweckmässig sind, wenn nur der Reiz nicht so heftig war, dass eine übereilte, stürmische und wohl selbst gefährliche Reaction folgt. Die Reaction des Herzens ist das wichtigste Moment für die Blutbewegung, die Reaction des Magens und Darmcanals bewegt die Speisen nach abwärts. In Absonderungsorganen wird oft durch Vermehrung der Absonderung der fremdartige Reiz entfernt; so durch den Thränenfluss der unter das Augenlied gekommene Körper, durch vermehrte Schleimabsonderung und vermehrte

Bewegung im Darmcanale (Diarrhöe) das genossene Abführmittel oder Gift u. s. w. In einem solchen Falle erfolgt auf den Reiz eine stärkere Innervation; diese ist von einem stärkern Blutzuflusse begleitet, es tritt also mehr Plasma als gewöhnlich an das Gewebe der Absonderungsorgane, wodurch dieses zu reichlicherer Absonderung disponirt wird. Die früher S. 451. u. 454. betrachteten Reflexbewegungen sind ebenfalls in der Regel höchst zweckmässige Reactionen, z. B. durch das Würgen im Schlunde wird ein daselbst befindlicher fremder Körper wieder entfernt. Da man nun in Krankheiten so oft die zweckmässigsten Reactionen wahrnahm, so sprach man von einer besondern Heilkraft der Natur, *vis medicatrix naturae.* Aus dem Gesagten erhellt aber schon genugsam, dass alle Aeusserungen derselben nur Folgen der dem Organismus inwohnenden Reizempfänglichkeit und der Reactionsfähigkeit sind.

Mit der Reizbarkeit und der Reaction steht die Regeneration verloren gegangener Theile im genauesten Zusammenhange. An der Stelle der Verletzung wirken alle äussern Potenzen reizend; die Folge davon ist eine Reaction, die sich zunächst durch stärkern Blutzufluss ausspricht, in dessen Folge eine reichlichere Ausschwitzung parenchymatöser plastischer Flüssigkeit erfolgt. Diese, als organisationsfähig, erzeugt bei bleibender Berührung mit dem Organismus Elementarkörner und Zellen. Jedes Gewebe hat aber das Bestreben, aus dieser Flüssigkeit sich zu ernähren, das durch die Lebensthätigkeit Verbrauchte zu ersetzen, d. h. sich zu regeneriren. Dieses Streben spricht sich in einer Wunde dadurch aus, dass die verwundeten Gewebe bestimmend auf die Metamorphose der sich in der Wunde bildenden Zellen wirken, so dass aus diesen Zellen dieselben Gewebe hervorgehen als die sind, welche die Wunde begrenzen. Es ist leicht einzusehen, dass die Regeneration um so vollkommner sein wird, je näher das zu bildende Gewebe der einfachen Zelle steht. Daher werden die Epithelien, die Knochen, die Capillargefässe, die Primitivcylinder der Nerven, die einfachen Fasern des Bindegewebes vollkommen gut regenerirt, weniger gut die glatten und noch weniger die gestreiften Muskelfasern. Knorpel, so einfach sie sind, regeneriren sich nicht wieder. Wo die Natur die

höhern Gewebe nicht zu ersetzen vermag, thut sie doch, was möglich ist: sie stellt einfachere Gewebe an die Stelle der complicirteren her, Narbenbildung.

Bei dem Menschen beschränkt sich die Regenerationsfähigkeit nur auf einzelne Gewebe, sie erstreckt sich nie auf ganze aus vielen Geweben zusammengesetzte Theile oder Organe. Je einfacher der Organismus ist, desto stärker ist die Regenerationskraft, und bei den Pflanzen und einfachsten Thierformen geht sie so weit, dass einzelne vom Ganzen getrennte Theile zu einem selbstständigen Organismus sich ausbilden können; so bei den Polypen u. s. w. Bei den schon höher stehenden Mollusken regeneriren sich nur einzelne Theile, z. B. die Fühlhörner. Bei Krustenthieren, bei jungen Spinnen und bei Insectenlarven werden ebenfalls einzelne Glieder ersetzt, während erwachsene Spinnen oft an kleinen Verletzungen sterben. Die Regenerationsfähigkeit der Fische ist nur wenig bekannt; die der Amphibien ist zwar sehr stark, doch bleiben die neu erzeugten Glieder stets kleiner als die ursprünglichen; auch soll sich selbst das Auge in kleinerer unvollkommnerer Form wieder ersetzen. Langenbeck[1]). Bei den Vögeln und den Säugethieren findet man, wie bei dem Menschen, nur eine sehr beschränkte Regenerationsfähigkeit.

§. 123.

Noch haben wir einige Verhältnisse zu berücksichtigen, unter welchen die Wirkung des Reizes, also die Reaction, verschieden abgeändert wird; dahin gehört die Dauer und Wiederkehr des Reizes und das Verhältniss des gereizten Organs zu andern Organen und Systemen.

In Bezug auf die Dauer der Reizung ist Folgendes zu bemerken. Mit jeder Lebensäusserung ist ein gewisser Verbrauch von Materie und Kraft verbunden; sonach muss nach jedem Reize, der längere Zeit anhält, ein Zeitpunkt eintreten, in dem so viel Materie und Kraft verbraucht ist, dass die Reaction gegen den fortdauernden Reiz schwer wird, d. i. Ermüdung, oder un-

---

1) Langenbeck, in Kürschner, Grundriss der allg. Physiol. 54.

möglich wird, d. i. Erschöpfung. Der zum Tode gehetzte Hirsch stirbt an Erschöpfung. Der im Winter vom Wege abgekommene Wanderer strengt sich vergebens an, sich durch den Schnee Bahn zu brechen, bis er ohnmächtig zusammensinkt. Das Auge, welches längere Zeit in blendendes Licht sah, verliert auf einige Zeit die Fähigkeit, bei gewöhnlicher Beleuchtung die Gegenstände zu erkennen. Eben so verliert das von starkem Geräusche betäubte Ohr die Empfänglichkeit für schwächere Töne. Da nun schon durch die gewöhnlichen Reize und die darauf folgenden Lebenserscheinungen viel Materie und Kraft verbraucht wird, so ermüdet auch der Körper und zwar ganz regelmässig nach dem vollbrachten Tagewerke; der Mensch und die höhern Thiere entziehen sich daher Abends so viel als möglich den Reizen, es schliessen sich zum Theil die Sinnesorgane von der Aussenwelt ab, kurz der Mensch oder das Thier schläft ein. Dieser Wechsel von Thätigkeit und Ruhe wird noch begünstigt und unterstützt durch den Wechsel von Tag und Nacht. (Vergl. Schlaf.) Wirkte ein Reiz nicht so sehr anhaltend, gönnte er dem Organismus die nöthige Ruhe und kehrte er oft oder gar regelmässig wieder, so wird er, wie man gewöhnlich sagt, zur Gewohnheit und bewirkt eine gewisse Leichtigkeit in der Reaction, Uebung.

§. 124.

Die Gewohnheit, das Angewöhnen zeigt sich vorzugsweise an der aufnehmenden Seite des Organismus durch alle drei Sphären seiner Functionen. — In der vegetativen Sphäre ist die Macht der Gewohnheit am grössten. Die Einflüsse eines fremden Clima, die uns anfangs höchst unangenehm berühren, ja krank machen, ertragen wir nach Jahren mit Leichtigkeit, wir acclimatisiren uns, oft nur durch manchen gefährlichen Sturm im Innern. Eben so gewöhnen wir uns an fremdartige Nahrungsmittel und an Medicamente. Von letztern sind besonders die Alterantia und Excitantia zu bemerken. In der ersten Zeit ihres Gebrauches erfolgt die gewünschte Wirkung, allein nach einiger Zeit wird sie schwächer, bleibt endlich ganz aus und wir sehen uns genöthigt, ein anderes, zwar ähnliches, aber doch in irgend

einer Beziehung von dem ersten verschiedenes Mittel zu reichen. Oft genügt es schon, nur die Form des Mittels zu ändern. In der animalen Sphäre machen ungewohnte Sinnesreize einen gewaltigen Eindruck, z. B. der erste Anblick des südlichen Himmels, eines grossen Wasserfalles, einer grossartigen Gebirgswelt, des Weltmeeres u. a. Sind wir aber einige Zeit unter dem südlichen Himmel, bei dem rauschenden Wasserfalle, in der grossartigen Gebirgswelt oder auf dem Weltmeere gewesen, so verliert sich die Stärke des Eindruckes, obgleich die Aussenwelt dieselbe geblieben ist. In der humanen Sphäre ist zwar die Macht der Gewohnheit am schwächsten, fehlt aber doch nicht ganz. Eine neue Wahrheit, die uns bei ihrem ersten Erkennen mit Entzücken und Begeisterung erfüllt, verliert diesen gewaltigen Reiz, wenn wir uns mit ihr mehr vertraut gemacht haben. Der erste Gedanke eines Verbrechens schreckt ab, allein der Verbrecher, der den Gedanken stets mit sich herum trägt, gewöhnt sich so an denselben, dass er ihn endlich gar nicht so schrecklich findet.

Die Macht der Gewohnheit ist also gross und greift in alle Functionen ein. Wenn die Gewohnheit nicht wäre, würden wir vielen äussern Einflüssen gar nicht widerstehen können. Ja es geht oft so weit, dass durch Gewohnheit ganz widernatürliche Reize zum Bedürfnisse werden und die Entziehung solcher gewohnten Reize den Körper erkranken lässt und die Seele betrübt. Daher das immer sich steigernde Bedürfniss des Branntweintrinkers, des Schnupfers, des Rauchers, des an alle Bequemlichkeiten und Zerstreuungen des Lebens gewöhnten Reichen und Vornehmen. Man nehme solchen Menschen den Branntwein, Taback u. s. w., und weder der Eine noch der Andere wird zu Genuss und Thätigkeit gehörig befähigt sein. Daher auch zum Theil der Schmerz bei der Trennung von geliebten Freunden. So sehr wir also auch anerkennen müssen, dass durch die Macht der Gewohnheit viel Nachtheil ausgeglichen werde, so giebt es doch eine Menge von Dingen, an welche der Organismus sich nie gewöhnen kann, z. B. an chemische Einflüsse, welche zerstörend auf die organische Masse wirken.

Man hat wohl bisweilen geglaubt, dass durch das Angewöh-

nen der Reiz seine eigenthümliche Wirkung auf den Organismus ganz aufgebe, gar nicht mehr auf denselben Einfluss habe. Da aber der Reiz etwas Aeusseres ist, so muss er auch in der hier betrachteten Beziehung bleiben, was er ist, und der Grund der veränderten Reaction auf den Reiz muss in dem Organismus selbst liegen. Es werden nämlich durch den Reiz und die Reaction solche Veränderungen in dem Organismus hervorgebracht, dass dieser dem Reize mehr entspricht, sich demselben accommodirt. Diese Veränderungen können in Form und Mischung, so wie in dynamischen, jetzt nicht weiter zu erklärenden Verhältnissen bestehen. Einige Beispiele mögen die Sache erläutern. Der Arbeiter vor dem Hohofen, in den Salinen u. s. w. verträgt ohne Nachtheil nicht allein die Einwirkung einer bedeutenden Hitze, sondern selbst auch den Wechsel bedeutend verschiedener Temperaturen. Hier sind durch die oft wiederkehrende Einwirkung der Hitze u. s. w. Veränderungen in der Haut vorgegangen, z. B. Bildung einer stärkern Epidermis, eine dunklere Färbung, ferner sind in den Respirationsorganen und dem ganzen übrigen Körper solche Veränderungen eingeleitet worden, dass auch bei dem Athmen in heisser sehr verdünnter Luft und bei anstrengender Arbeit der Vegetationsprocess doch ungestört fortgeht. Der Temperaturwechsel wird dadurch erträglich, dass der Körper so gestimmt ist, bei grosser Hitze sich durch reichlichen Schweiss abzukühlen und der Kälte eine rege Verdauung und kräftige Respiration entgegenzusetzen. Die Hitze und Kälte wird also immer noch einwirken, ihre Wirkung wird aber auf Organe beschränkt bleiben, welche keinen Nachtheil davon erfahren. Der Gebirgsbewohner unterscheidet sich durch den ganzen Bau, durch die Haltung und Constitution von dem Bewohner der flachen sandigen Ebene. Es musste also die ganze äussere Welt modificirend auf den werdenden und wachsenden Organismus einwirken. Diese Fähigkeit, von den äussern Einflüssen modificirt zu werden, sich denselben anpassen zu können, bleibt auch in stärkerem oder schwächerem Grade dem ausgebildeten Organismus. — Im geistigen Leben des Menschen sehen wir dieses Accommodiren an äussere Einflüsse nicht weniger. Der junge bis dahin unverdorbene Mensch, welcher in die Gesellschaft des Lasters geworfen wird, erschrickt

beim Anblick desselben, es schaudert ihn, allein bald entdeckt er auch an dem Lasterhaften die eine oder die andere gute Seite, dieses söhnt ihn schon einigermassen mit ihm aus; das Laster selbst erscheint ihm bald nicht mehr so schrecklich, wenigstens findet er bald hier bald dort Entschuldigungen für seinen lasterhaften Freund; endlich sieht er selbst auch das Angenehme, das die Sinne Schmeichelnde des Lasters, und nun bedarf es nur noch eines Schrittes und er ergiebt sich, obgleich mit Widerstreben, demselben, auch empfindet er anfangs noch Reue über den gethanen Fehltritt, die Stimme des Gewissens spricht noch laut, bis später auch diese schweigt und der früher tadellose Mann nun im Laster versunken ist. Wer erkennt hier nicht ein Accommodiren des Geistes an das Laster. Die Ausübung des Lasters war früher unmöglich, allein nach und nach hat die ganze Constitution des Geistes eine solche Veränderung erlitten, dass sie nun der Natur des Lasters entspricht, nicht mehr gegen dasselbe reagirt. Dass hierbei die angeborne Anlage und Richtung des Geistes, bisherige Bildung u. s. w. mit von Einfluss ist, braucht wohl nicht erst bemerkt zu werden. Eine für Entstehung und Heilung von Geisteskrankheiten höchst wichtige Kraft der Gewohnheit! Die Gewohnheit, das Angewöhnen, wirkt also auf Geist und Körper umändernd, den äussern Einflüssen accommodirend.

§. 125.

Die Uebung besteht in der Fähigkeit, auf gewisse oft wiederkehrende Reize mit Leichtigkeit reagiren zu können, sie gehört daher der ausgebenden Seite des Organismus an. In der vegetativen Sphäre kann wenig von Uebung die Rede sein, denn in ihr ist Alles von dem Willen unabhängig und fest geregelt, hier giebt es nichts zu lernen, nichts zu üben, denn wenn die vegetativen Functionen von dem Willen und von der Uebung abhingen, würden sie beim Fötus gar nicht möglich sein. In der animalen Sphäre dagegen tritt die Macht und Nothwendigkeit der Uebung überall hervor. Das Kind, welches anfangs mit schwankendem Tritte geht, lernt nur durch Wiederholung und Uebung den Körper aufrecht erhalten und unterstützen. Alle Kunstfertigkeit

gründet sich auf Uebung. Anfangs werden auf Anregung des Willens gewöhnlich ganze Muskelgruppen in Action gesetzt, wo der Geübte jeden Muskel einzeln in seiner Gewalt hat, daher das Plumpe des Ungeübten und die leicht zierliche und doch sichere Bewegung des Geübten (Balletttänzer, Pianofortespieler). — Durch die Uebung wird die Fertigkeit erlangt, und diese ist eben so wie das Gewohntsein mit gewissen materiellen Veränderungen verbunden. Die Knochenerhabenheiten, an welche sich Muskeln ansetzen, werden stärker, die Muskeln fester, umfangreicher, trennen sich schärfer von einander, wie die Fingermuskeln bei Pianisten. In den Nerven selbst muss ebenfalls eine Veränderung vorgehen, so dass die Innervationsströmungen, je nach der Art der Uebung, hier bei schwerer Arbeit leichter und stärker erfolgen, dort bei zarten schnellen und schnell wachsenden Bewegungen leichter nach einzelnen Muskeln dirigirt und aufs Genaueste von dem Willen beherrscht werden. In der geistigen Sphäre verhält es sich eben so. Der Verstand bekommt durch Uebung theils mehr Material, was ihm später immer wieder zu Gebote steht, theils findet er den oft gegangenen Weg zur Erkenntniss der Wahrheit leichter als früher und so erlangt er endlich eine früher nicht mögliche Leichtigkeit in der Ausübung seiner Operationen. Für den Willen ist die Uebung das wichtigste Erziehungsmittel, derselbe muss aber bei dieser Uebung stets auf das Gute und Rechte gerichtet werden, denn im entgegengesetzten Falle führt ein nie beschränkter Wille zu Trotz, Halsstarrigkeit, Jähzorn und Zornwuth, welche letztere schon nahe an wirkliche Geisteskrankheit grenzt. Daher müssen Kinder und Geisteskranke durch Unterordnen unter fremden Willen ihrem eignen nach und nach eine solche Disposition geben, dass er später selbstständig geworden, oder genesen, nur an das Rechte gewöhnt, desto leichter der Leitung des Verstandes und der Vernunft folgt. Das Gemüth, mehr der aufnehmenden Seite als der ausgebenden angehörend und im Innern wirkend, wird mehr des Gewöhnens bedürfen, um gegen die von aussen kommenden Veranlassungen zu Gemüthsstürmen sich ruhig zu verhalten. Dasselbe muss aber durch Festigkeit des Willens mit unterstützt werden.

§. 126.

Müssen wir sonach Gewohnheit und Uebung als zwei der wichtigsten Hülfsmittel zur physischen und psychischen Erziehung des Menschen erkennen, so haben wir nun noch zu bemerken, dass diese Mittel in der Kindheit und Jugend am wirksamsten sind. In dem kindlichen Organismus kann Körper und Geist den äussern Verhältnissen sich leichter accommodiren als später. Die Reize bringen durch Wiederholung leichter als im Erwachsenen eine bleibende Veränderung hervor, weil alle Theile und Gewebe bis zu ihrer Vollendung noch einen gewissen Weg zurückzulegen haben. So lange aber eine Bildung noch nicht vollendet ist, kann sie noch durch äussere Einflüsse bestimmt, modificirt werden. Da nun aber der menschliche Organismus bis zu seinen letzten Tagen in stetem Werden und Vergehen begriffen ist, im Fortschreiten der Jahre der Wechsel der Stoffe nur langsamer wird, weil eine Menge Zellen und Gewebe fester werden, das Feste, Bestimmte über das Weiche, Bestimmbare das Uebergewicht bekommt, so muss zwar der jugendliche Körper leichter den äussern Verhältnissen sich accommodiren, leichter an äussere Einflüsse sich gewöhnen, leichter Uebung und Fertigkeit erlangen als der ältere; jedoch in beschränktem Maase ist es auch dem Greise möglich, sich an neue ungewohnte Reize, wenn auch schwer und langsam, zu gewöhnen. Je näher aber der Greis seinem natürlichen Lebensziele schon ist, desto leichter bringt eine Veränderung der Lebensweise nachtheilige Folgen, selbst plötzlichen Tod. In dem geistigen Leben herrschen ähnliche Verhältnisse. Der jugendliche Verstand hat noch wenig feste Begriffe, der Geist hat noch keine bestimmte Richtung, das Gemüth ist für die verschiedensten Regungen gleich empfänglich und der Wille ist durch Ueberreden noch leicht zu bestimmen. Im ältern Manne ist dagegen Alles anders. Die Erfahrungen des Lebens haben seinem Geiste eine bestimmte Richtung gegeben. Der Verstand hält fest an der erkannten Wahrheit, die Gründe für dieselbe sind mit der ganzen Denkweise des Menschen so fest verschmolzen, dass sie durch neue kaum weiter unterstützt, noch durch Gegengründe schwer schwankend gemacht werden können.

Daher das bisweilen zu bemerkende Stehenbleiben der Gelehrten auf einem frühern Stande der Wissenschaft, besonders wenn diese durch neue Hülfsquellen gefördert rasch fortschreitet. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse beim Gemüthe und Willen.

In der Jugend muss also Körper und Geist allseitig gewöhnt und geübt werden, damit beide Kraft gewinnen, die Beschwerden des Lebens zu überwinden und auf der Bahn des Wahren und Guten rüstig und mit Ausdauer fortschreiten zu können, und nur so wird der Einzelne seinen Theil zur Entwickelung der Cultur des Menschengeschlechts beizutragen oder dieser doch zu folgen vermögen.

§. 127.

Aus dem Gesagten geht schon von selbst hervor, dass nichts der Entwickelung des ganzen Organismus nachtheiliger sein kann, als Unthätigkeit, Trägheit. Nur durch Uebung erstarkt die Kraft. Mühseligkeiten und Strapazen machen den Körper, geistige Kämpfe, Erfahrungen und Studien machen den Geist fest. Man beachte nur den Trägen, der sich weder körperlich noch geistig beschäftigt: das Gesicht ist blass, ohne Ausdruck, das Auge wenig belebt, die Muskeln weich und schlaff, daher die ganze Haltung ohne Festigkeit, die Geistesstimmung ist meistens mürrisch, und so macht er, mit sich selbst stets unzufrieden, einen höchst unangenehmen Eindruck auf andere Menschen. Der thätige arbeitsame Mensch dagegen ist kräftig genährt, der Ausdruck des Gesichtes ist lebendig und heiter, überhaupt in jeder Beziehung ist er das Gegentheil des Trägen. Allgemeine Erfahrung lehrt, dass kein Fauler ein hohes Alter erreicht, und fast alle Beispiele eines ungewöhnlich hohen Alters sind aus der arbeitenden Classe der Menschen. Blicken wir auf einzelne Organe, so finden wir dasselbe Gesetz wieder. Thätigkeit erhält das Ganze wie das Einzelne. Ein Muskel, der nicht gebraucht wird, wird schlaff und weich und verliert endlich die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, ganz, und bei genauer Untersuchung sehen wir, dass er seine eigenthümliche Structur mehr oder weniger verloren hat. Ein Auge, welches lange Zeit des Lichtreizes beraubt ist, erblindet, und auch hier erleiden wahrscheinlich die Primitivcylinder der Retina eine materielle

Formveränderung. Durch die Thätigkeit wird die eigenthümliche Form eines Organes oder Gewebes erst recht scharf ausgeprägt, wo aber die Thätigkeit fehlt, sinkt die Form in das Unbestimmte zurück. Der menschliche Geist, mit Verstand und Vernunftfähigkeit begabt, verdumpft und wird dem Blödsinne nahe gebracht, wenn ihm aller Reiz von aussen entzogen wird. Man denke an die seltenen, aber doch vorkommenden Fälle von Kindern, denen in dunklen Kerkern jeder Reiz des Lebens entzogen war (Caspar Hauser).

§. 128.

Haben wir nun auf der einen Seite gesehen, dass durch den Reiz und die darauf folgende Lebenserscheinung ein Zustand der Ermüdung oder selbst der Erschöpfung herbeigeführt wird, in welchem der Organismus fernerer Thätigkeit nicht fähig ist, so mussten wir auf der andern Seite auch bemerken, dass bei Mangel der Reize, bei Unthätigkeit die Lebenserscheinungen ihre volle Entwickelung gar nicht erlangen. Hieraus geht schon hervor, dass ein gewisses mittleres Maas des Reizes für den normalen Fortgang des Lebens nothwendig ist. Dieses Maas wird durch die Ermüdung, die zur Ruhe einladet, innegehalten. Nach der Ruhe ist der Organismus neuer kräftiger Lebensäusserung fähig, und so wechselt denn ganz von selbst Thätigkeit und Ruhe mit einander ab. Unterstützt wird dieser Wechsel der Erscheinungen am Organismus durch den Wechsel der Erscheinungen in der äussern Natur, durch Tag und Nacht.

Da nun die organische Bildung, die Reizempfänglichkeit und das Reactionsvermögen mit der Lebendigkeit des Stoffwechsels gleichen Schritt halten, dieser aber wieder durch Thätigkeit unterstützt und befördert wird, so ist leicht einzusehen, dass gehörige Abwechselung von Thätigkeit und Ruhe die Fähigkeit der Organe zu Kraftäusserungen unterstützt und bei übrigens günstigen Verhältnissen zu unglaublicher Entwickelung und Fertigkeit bringen kann. Dieses gilt durch alle drei Sphären organischer Thätigkeit. Der stets mit Speisen angefüllte Magen und Darmcanal verdaut weniger gut als der, welcher nach vollbrachter Verdauung einiger Ruhe geniesst. (Wichtig bei der phy-

sischen Erziehung der Kinder.) Das durch zweckmässige Uebung und Ruhe gestärkte Auge wird in der Nähe und Ferne schärfer sehen als das durch steten Aufenthalt im Dunkeln oder in zu grellem Lichte (Arbeiter vor Hohöfen) nicht geübte oder zu sehr gereizte. Von den Muskeln lehrt die alltägliche Erfahrung dasselbe. Auch selbst die geistige Kraft bedarf der Abwechselung von Thätigkeit und Ruhe, wenn sie sich der Norm gemäss entwickeln und erhalten soll. (Vergl. hierüber: Periodicität.)

§. 129.

Noch haben wir das Verhältniss des gereizten Organes zu andern Organen genauer ins Auge zu fassen.

War überhaupt Wechsel zwischen Thätigkeit und Ruhe eine nothwendige Bedingung der Fortdauer des Lebens, so wird die Energie der Lebenserscheinungen noch dadurch unterstützt, dass ein Wechsel verschiedener Thätigkeit eintreten kann, sobald ein Organ durch anhaltende Anstrengung ermüdet ist. Durch Gehen ermüdet, finden wir in der Beschäftigung mit der Hand oder im Gespräche Erholung; ist das Auge durch Malen, durch Untersuchungen mit dem Mikroskope ermüdet, so können wir doch mit angestrengter Aufmerksamkeit das Ohr auf Musik u. s. w. richten; ist der Geist durch Nachdenken über abstracte Dinge ermüdet, so kann er doch noch recht gut Beobachtungen und Untersuchungen anstellen. Am Ende tritt freilich auch nach solchem Wechsel völlige Ermüdung ein, aber das Bedürfniss der Ruhe und des Schlafes tritt doch noch nicht nach der ersten Beschäftigung ein. Während die Reizbarkeit in dem einen Organe durch Thätigkeit abgestumpft wird, erhält sie sich in dem andern noch in voller Kraft. Doch gilt dieses weniger von den allgemein verbreiteten Systemen, z. B. dem Muskelsysteme, als von einzelnen mehr isolirten Organen, z. B. dem Auge. Dieses führt uns auf die Betrachtung des Antagonismus und des Consensus.

§. 130.

Antagonismus nennen wir dasjenige Verhältniss zweier Organe oder Systeme, bei welchem die Thätigkeit des einen sinkt, wenn die des andern steigt.

Der ausgebreitetste Antagonismus findet sich innerhalb der vegetativen Sphäre und hängt hier auf das Innigste mit der Ernährung und Absonderung überhaupt zusammen. Die wesentlichsten Ausscheidungsstoffe sind, wie wir früher schon gesehen haben, Wasser, Kohlensäure, Harnstoff mit Harnsäure und Galle. Nun ist zwar jedem dieser Stoffe ein besonderes Organ zur Ausscheidung angewiesen; das Wasser geht durch die Nieren und die freien Flächen der Haut und Schleimhaut fort, die Kohlensäure vorzugsweise durch die Lungen, nebenbei auch durch die Haut; Harnstoff mit Harnsäure wird durch die Nieren und Galle durch die Leber ausgeschieden; allein da alle diese Stoffe nicht organisirt sind, so können sie auch, wenn krankhafter Weise ihre Ausscheidung durch das betreffende Organ gehindert ist, sie sich also in der Blutmasse anhäufen, durch ein anderes Organ, wenn auch mangelhaft und für die Dauer unzureichend, ausgeschieden werden, oder richtiger, die Stoffe schwitzen dann überall durch.

Da die wässrige Ausscheidung vorzüglich durch die Haut und Nieren vollbracht wird, so leuchtet ein, dass, wenn aus irgend einer Ursache die Absonderung in der Haut verringert, diese dann in den Nieren verstärkt werden wird, z. B. bei kalter Umgebung des Körpers. Ist dagegen die Absonderung der Haut plötzlich unterdrückt, so erfolgt am leichtesten eine reichliche Absonderung auf den Schleimhäuten mit regelmässigem Verlauf, Catarrh, dessen Zeichen, z. B. Niesen u. s. w., bisweilen augenblicklich nach einem Luftzuge, der die Brust u. s. w. trifft, eintreten. Tritt eine krankhaft reichliche Absonderung in den Nieren ein, wie in der Harnruhr, so wird allgemeine Trockenheit der Haut bemerkt. Bei reichlicher Absonderung der Haut, wie in den heissen Sommermonaten und in heissen Climaten, wird wenig Harn ausgeschieden, so wie in heissen Zonen auch die Harnsteine etwas Seltenes sind. Die Resultate von Chassat's [1]) Untersuchungen geben noch specielle Belege für diesen Antagonismus. Derselbe fand nach der Jahreszeit folgendes Verhältniss zwischen gelassenem Harne und genommenem Getränke:

---

1) *Magendie, Journ. de physiol. V.* 194.

Zeit der Beobachtung.	Genommenes Getränk.	Gelassener Urin.	Gegenseitiges Verhältniss.
Vom 10. bis 20. December.	754 Unzen.	793 Unzen.	1 : 15.
„ 21. Dec. bis 20. März.	4555 „	4298 „	1 : 094.
„ 21. März bis 24. April.	2187 „	1683 „	1 : 089.

Der Ueberschuss des Urins im December kann nur von dem im Körper selbst beim Stoffwechsel gebildeten Wasser herrühren.

Ob die Ausscheidung der Kohlensäure bei Krankheiten der Lungen antagonistisch auf die Haut übertragen werden könne, ist zwar durch Versuche noch nicht dargethan worden, wenn man jedoch bedenkt, dass schon im gesunden Zustande die Haut Kohlensäure ausscheidet, so könnte man wohl glauben, dass sie noch mehr davon abscheiden werde, wenn die Lungen dieses Geschäft nicht vollbringen können, allein die Beobachtung und Erfahrung scheint nicht dafür zu sprechen. Die Erfahrungsgründe, welche Heusinger[1]) hierfür beibringt, scheinen mir nicht beweisend zu sein. Er sagt nämlich: „Die bekannte dunkle Hautfarbe der Bewohner sumpfiger Gegenden, die nicht an Unterleibskrankheiten leiden, lässt sich wohl daraus erklären, dass die mit Dünsten gesättigte Atmosphäre die Kohlensäurebildung in der Haut nicht begünstigt und dass nur ein weniger verbrannter Thierstoff in Gestalt jenes Pigmentes abgesetzt wird; allein jene Atmosphäre kann auch die Kohlensäurebildung in den Lungen schwerlich begünstigen und es wird also leicht eine verstärkte Pigmentausscheidung in der Haut dieselbe zu ersetzen streben.“ Hieraus scheint mir noch kein antagonistisches Verhältniss zwischen Haut und Lunge hervorzugehen, denn die Luft, welche die Ausscheidung in den Lungen verhindert, wird sie in der Haut nicht begünstigen, wie Heusinger ganz richtig bemerkt, und wenn in der Haut mehr als gewöhnlich Pigment gebildet wird, so ist dieses eine Erscheinung, die sich ganz einfach aus dem Reichthume des Blutes an Kohlenstoff erklären lässt, und es werden dann eben so gut, wie in der Haut, an andern Orten, besonders in den Lungen, kohlenstoffige, melanotische Ablagerungen erfolgen, wie Heusinger an einem andern Orte[2]) auch selbst aus

1) Heusinger, Ztschr. f. d. org. Physik. I. 150. — 2) Heusinger, Ueber anomale Kohlen- und Pigmentbildung. Eisenach 1823.

einander setzt. Sonach kann man nur sagen, dass vielleicht die Haut bei Krankheiten der Lungen eine reichlichere Kohlensäureabscheidung vollbringen könne als in gesundem Zustande. Der Grund, warum der Antagonismus zwischen Haut und Lungen nicht stärker ist, ist wohl darin zu suchen, dass die Schleimhaut der Lungen wesentlich nur eine Fortsetzung der äussern Haut ist und dass beide mit einander erkranken und genesen.

Der Harnstoff und die Harnsäure, gewöhnlich durch die Nieren aus der Blutmasse entfernt, scheinen im krankhaften Zustande theilweise und unvollkommen auch durch die Haut ausgeschieden werden zu können, wenigstens fehlt es nicht an Beispielen[1]), dass bei gehemmter Harnausscheidung in den Nieren der Schweiss einen urinösen Geruch annahm. Die ältern Fälle, in denen angegeben wird, dass Urin durch die Brüste, die Achselhöhle, die Augen u. s. w. abgesondert worden sei, bedürfen einer sehr sorgfältigen Kritik. Bei dem urinösen Geruche der Haut dürfte nur noch die Frage zu untersuchen sein, ob dieser Geruch der Haut allein und eigenthümlich, oder ob er nicht vielmehr Folge einer allgemeinen Infection des Blutes mit Harn war. Für Letzteres spricht der Umstand, dass nicht allein die Haut, sondern alle Theile des Körpers den urinösen Geruch zeigten, und dann kann allerdings an zarten Hautstellen der Schweiss, ja selbst an der innern Fläche des Magens der Schleim u. s. w. seines Geruches wegen dem Urine ähneln, ja da alle Säfte von Urin durchdrungen sind, so müssen auch diese Absonderungen Harnstoff enthalten, allein eine stellvertretende antagonistische Harnabsonderung ist damit noch nicht bewiesen. Ob die Fälle, wo die Galle (Kühn) oder die Gallensteine [Lehmann[2])] Harnstoff enthalten, wirklich Zeugniss einer stellvertretenden Harnabsonderung durch die Leber geben, ist aus der gegebenen kurzen Relation nicht zu ersehen, jedoch in Verbindung mit den Fällen von Richerand[3]), Magendie[4]) u. A., welche nach Exstirpation der Nie-

1) Vergl. Heusinger, Zeitschr. f. d. organ. Physik. I. 153. — 2) Lehmann, Physiologische Chemie. I. 338. — 3) *Richerand, Elém. de physiol. I.* 249. — 4) *Magendie, Précis élément. de physiol. 2me edit. II.* 478.

ren, von Frey[1]), welcher nach Nierenentzündung einen reichlichen Zufluss des Blutes nach der Leber sah, scheinen sie für einen solchen Antagonismus zu sprechen. Jedoch wir kommen weiter unten noch einmal darauf zurück.

Die Galle, gewöhnlich, wie bekannt, durch die Leber abgesondert, macht, wenn sie in der Säftemasse zurückgehalten wird, eine gelbe Färbung aller Theile, besonders aber der Haut, in welcher sich diese Färbung zeigt, ehe noch irgend wo anders eine Spur derselben wahrzunehmen ist. Hiernach scheint allerdings das mit Galle überfüllte Blut dieselbe zuerst beim Durchgange durch die Haargefässe der Haut abzusetzen, allein dass diese Ausscheidung nur höchst unvollkommen ist, geht aus der bald allgemein werdenden gelben Färbung aller Theile hervor. Bei Gelbsucht nimmt auch der Urin gewöhnlich eine gelbe oder braune Farbe an und kann Gallenfarbstoff, Bilifellinsäure u. s. w. enthalten. Gmelin und Simon[2]) haben Gallenharz, Lehmann[3]) und Simon Bilifellinsäure im Harne Icterischer gefunden. Hier tritt aber derselbe Fall wie beim Urine ein; wenn bei einer allgemeinen Verbreitung der galligen Stoffe im Blute dieselben Stoffe auch im Harne vorkommen, so sind sie nicht durch antagonistische Absonderung, sondern durch einfache Durchschwitzung dahin gelangt. Einen interessanten hierher gehörigen Fall theilt Scherer[4]) mit. In einer im Umfange vergrösserten Niere, deren Corticalsubstanz fast ganz durch Carcinom zerstört war, fand er im Harne Cholestearin und in dem angesammelten Eiter schwarze steinige Concretionen, die aus Cholestearin, Gallenharz und dem in manchen Gallensteinen vorkommenden schwarzen Farbestoffe bestanden. Ob gallensaures Natron, als wesentlicher Bestandtheil der Galle, in diesen Nieren-Gallensteinen enthalten war, ist nicht angegeben.

Wenn wir auf den jeder Aussonderung eigenthümlichen Stoff besonders Rücksicht nehmen, so können wir sonach nur sehr beschränkt eine vicarirende antagonistische Absonderung anneh-

1) Frey, in Roser und Wunderlich's Archiv. 1845. p. 50. — 2) Simon, Med.-analyt. Chemie. II. 466. — 3) Lehmann, Physiol. Chemie. I. 310. — 4) Scherer, Untersuchungen zur Pathologie. Heidelberg 1843. p. 99.

men; anders gestaltet sich aber die Sache, wenn wir auf die einzelnen Organe und die Quantität der Absonderung achten, denn dann stehen fast alle Absonderungsorgane mit einander im Antagonismus. Die unterdrückte Thätigkeit des einen bringt eine vermehrte Absonderung in dem andern Organe hervor, oder umgekehrt, die durch einen ungewöhnlichen Reiz vermehrte Absonderung hat Verminderung einer andern Absonderung zur Folge, ohne dass darum in der vermehrten Absonderung der Stoff, welcher der verminderten Absonderung eigenthümlich ist, mit ausgeschieden werde. Dadurch aber, dass die eine Absonderung vermehrt wird, werden die Elemente der antagonistisch verminderten Absonderung nur in anderer Form und so weit es möglich ist, mit aus dem Körper entfernt. So kann z. B. der Kohlenstoff und der Wasserstoff, welche gewöhnlich als Kohlensäure und als Wasser aus dem Körper gehen, als Galle in der Leber ausgeschieden oder zu einer krankhaften Fettbildung verwendet werden. Bei gehinderter Gallenabsonderung kann der Kohlenstoff und der Wasserstoff durch die Haut und die Lungen als Kohlensäure und Wasser, aber nicht als Galle ausgeführt werden. Die Natur macht in solchen Fällen bisweilen ganz besondere Absonderungen. So erzählt Evans[1]) die Geschichte einer Frau, in deren Magen sich täglich eine ungeheure Menge Flatus entwickelten, welche 50% Stickstoff enthielten, während im Urine der Harnstoff mangelte, aber im Blute in grosser Menge nachzuweisen war.

Zwischen Nieren und Leber besteht nach dem, was wir schon gesagt haben, in dem hier bemerkten Sinne ein deutlicher Antagonismus, denn Aufheben der Harnausscheidung bedingt eine vermehrte Gallenausscheidung, um in dieser Form die Elemente des Harnstoffes u. s. w. aus dem Körper zu schaffen. Dieses gelingt freilich nur unvollkommen, aber es ist doch ein Versuch der Natur. Zwischen Nieren und Haut sehen wir einen im gewöhnlichen Zustande noch deutlicher ausgeprägten Antagonismus, denn, wie schon oft bemerkt, ist bei beschleunigter Harnabsonderung die Haut trocken, wie im Diabetes, bei

---

1) Evans, bei Laycock, in Analekten für Frauenkrankheiten. IV. 611. und in Häser's Archiv. VI. 434.

reichlicher Schweissabsonderung dagegen lassen wir wenig, aber concentrirten Urin. Wie aber die Hautabsonderung mit der Harnausscheidung im innigsten Zusammenhange steht, lehren mehrere Formen der Hautausschläge, welche oft mit Nierenleiden complicirt sind, z. B. Psoriasis, Prurigo u. a. Einen in dieser Beziehung lehrreichen Fall beschreibt Nasse[1]). In demselben fand durch beständige Abschuppung der Epidermis eine ungewöhnlich reichliche Stickstoffausscheidung durch die Haut Statt, während die Stickstoffausscheidung durch die Nieren als Harnstoff und Harnsäure abnorm vermindert war. Nieren und Lungen stehen ebenfalls in einem gewissen antagonistischen Verhältnisse zu einander, denn bei den Vögeln wird so lange durch die Allantois Harnsäure abgeschieden, als die Respiration noch nicht im Gange ist; nach Prout's[2]) Untersuchungen ist des Nachts die Bildung der Kohlensäure in den Lungen verringert, nach Chassat[3]) aber die Harnabsonderung vermehrt. Auch sollen in lungenkranken Personen sehr oft grosse Nieren vorkommen. Ilmoni[4]) erzählt zwei Fälle von urinösem Geruch der ausgeathmeten Luft bei verminderter Harnexcretion durch die Nieren. Eben so besteht in diesem Sinne ein sehr deutlicher Antagonismus zwischen Lunge und Leber. Nicht allein, dass in der Thierreihe bei stärkerer Entwickelung der Lungen die Leber zurücktritt und beim Menschen die Leber nach dem Beginnen des Athmens ihre Präponderanz aufgiebt, sondern es geben auch pathologische Zustände mannigfaltige Belege dafür. Bei den Bewohnern tiefer feuchter Gegenden, in denen der Respirationsprocess nicht recht vollkommen vor sich geht, findet die Leber eine stärkere Entwickelung als bei den Bewohnern bergiger Gegenden, welche eine reine sauerstoffreiche Luft athmen. Wo aber die Leber den ihr zugeführten Kohlenstoff und Wasserstoff, welche als Kohlensäure und Wasser durch die Lungen und die

---

1) Nasse, in Nasse und Alber's Med. Correspondenzblatt rheinischer und westphälischer Aerzte. 1843. No. 16. und kurz berührt in Häser's Archiv. VI. 429., wo mehrere hierher gehörige Fälle angeführt sind. — 2) Prout, in Meckel's Archiv. VI. 101. — 3) *Chassat*, in *Magendie, Journ. de physiol. V.* 164. u. 171. — 4) Ilmoni, in Oppenheim's Ztschr. f. d. gesammte Medicin. 1843. Septbr. 91 seq.

Haut ausgeführt werden sollten, nicht zur Galle verarbeiten kann, tritt häufig krankhafte Fettbildung in der Leber selbst auf. Louis [1]) fand in 120 phthisischen Leichen 40 fette Lebern. Lunge und Haut zeigen nicht minder deutlich ein antagonistisches Verhältniss zu einander, nur kann nicht, wie schon bemerkt, die wesentliche Function der Lungen durch die Haut ersetzt werden. Am deutlichsten tritt dieser Antagonismus in Bezug der wässrigen Absonderung bei unterdrückter Hautthätigkeit auf, wo sehr leicht catarrhalische Affectionen der Schleimhaut der Respirationsorgane, aber immer öfterer derjenigen des Hintermundes und der Bronchien als der eigentlichen Lungen folgen. Weniger deutlich ist dieser Antagonismus bei unterdrückter Lungenfunction wahrzunehmen, denn bei Phthisikern wird die Haut blass, schlaff und ohne Turgor, man kann also nicht glauben, dass der respiratorische Process derselben vermehrt sei. Die wenigen Beobachtungen, die etwa noch dafür sprechen, sind schon oben angegeben. Zwischen Haut und serösen Häuten findet ein aus der Aehnlichkeit der Absonderung beider leicht zu erklärender Antagonismus Statt. Durch plötzliche Unterdrückung der Hautthätigkeit werden bekanntlich sehr leicht acute hydropische Ansammlungen in einer oder der andern serösen Haut veranlasst, gegen welche eine reichliche Schweissabsonderung das kräftigste Heilmittel ist. Ganz ähnlich sind die rheumatischen Anschwellungen durch eine vermehrte Absonderung auf den fibrösen Häuten nach Erkältungen aus einem Antagonismus zwischen diesen Häuten und der äussern Haut zu erklären.

In der animalen Sphäre finden wir ein wichtiges antagonistisches Verhältniss zwischen den verschiedenen Provinzen des Nervensystems, zunächst zwischen Hirn und Unterleibsnerven. Ist durch die Verdauungsthätigkeit eine verstärkte Innervation nach den sympathischen Geflechten veranlasst, so tritt Unlust oder auch Unfähigkeit zu ernstern und anstrengenden Geistesarbeiten ein. Aehnlich ist das Verhältniss zwischen Hirn und Geschlechtssystem. Nichts schwächt die Thätigkeit des Gehirns als Seelenorgan mehr als geschlechtliche Ausschweifungen, so

1) *Louis, Recherches anat. pathologiques sur la phthisie.* 114.

wie aber auch durch ernstes und anhaltendes Studium die Stärke des Geschlechtstriebes sehr verringert wird. Ein ähnliches antagonistisches Verhältniss wird auch zwischen den Nerven der Eingeweide und denen der Rumpfwände und Gliedmassen bemerkt. Während der Verdauung sind wir wenig zu körperlichen Austrengungen aufgelegt, und krampfhafte Zustände der Eingeweide werden am schnellsten und leichtesten, wenn auch oft nur vorübergehend, durch kräftige Hautreize beseitigt.

Auch in der geistigen Sphäre scheint ein gewisser Antagonismus zwischen den einzelnen Richtungen geistiger Thätigkeit Statt zu finden. Wird die eine dieser Richtungen vorzugsweise cultivirt, so tritt die andere zurück. Daher sind die kalten ruhig abwägenden Verstandesmenschen den gemüthlichen Regungen weniger zugänglich, so wie Menschen, welche sich stets ihren gemüthlichen Regungen hingeben, endlich kaum fähig sind, mit Verstand die Gründe ihres Thuns und Lassens abzuwägen; sie überlassen sich dem ersten Eindrucke und handeln darnach. Aehnlich ist es mit dem Willen; wird diesem stets ohne Ueberlegung genug gethan, so artet er in Hartnäckigkeit, Zornwuth u. s. w. aus, gegen welche weder Gründe des Verstandes, noch Regungen des Gemüthes aufkommen können. Diese einseitige Richtung ist eine reiche Quelle von Geisteskrankheiten, so wie der hier bemerkte Antagonismus als wichtiges Heilmittel gegen dieselben benutzt werden kann. In geringerem Grade sehen wir dieses antagonistische Verhältniss in jedem Menschen beim tiefen Nachdenken, beim Ausbruche einer Leidenschaft oder wenn der Wille durch äussern Widerstand gereizt wird.

Endlich besteht ein nicht geringer Antagonismus zwischen geistiger Thätigkeit und dem somatischen Leben überhaupt. Ist der Mensch in tiefes Nachdenken versunken, brütet er über unergründliche Probleme, ist er von heftigen Leidenschaften, Verzückung oder Schwärmerei ergriffen, so ist die Empfänglichkeit für äussere Einflüsse so abgestumpft, dass sonst starke Eindrücke am Geiste unbemerkt vorübergehen. Daher das lange Fasten, das ruhige Erdulden von Qualen, welches besonders an religiösen Schwärmern bemerkt wird. Bei anhaltendem Kummer und Sorge, oft wiederkehrendem Aerger u. s. w.

sinkt die Ernährung des ganzen Körpers, und der Grund kann nur in mangelhafter Innervation nach der Peripherie liegen. Dieses zwischen Geist und Körper bestehenden Antagonismus wegen können in Geisteskrankheiten mit grossem Nutzen solche Mittel angewendet werden, welche den Unterleib kräftig anregen und eine Ableitung der Innervation vom Gehirne nach der Peripherie veranlassen.

Den Grund oder die Ursache des antagonistischen Verhältnisses überhaupt muss man in einer gewissen ursprünglich gleichmässigen, aber leicht veränderlichen Vertheilung der Säfte und Kräfte des Organismus suchen. In der vegetativen Sphäre wird durch die Lebenserscheinungen in einer gegebenen Zeit und unter gegebenen Umständen eine bestimmte Menge organischer Materie verbraucht, welche zersetzt und aus dem Körper ausgeführt werden muss. Man sieht leicht ein, dass, wenn das eine Organ viel von der zersetzten organischen Masse ausführt, die andern weniger auszuscheiden bekommen, und umgekehrt. Ein wirkliches antagonistisches Stellvertreten kann nur so gedacht werden, wenn das eine Absonderungsorgan viel der zersetzten organischen Materie in der ihm eignen Form absondert, die andern Absonderungsorgane wenig Material zu der ihnen eignen Absonderung finden, daher auch weniger verarbeiten und ausführen können. Da nun aber nur bei der normalen Gruppirung der Elemente organischer Masse zu Wasser, Kohlensäure, Harnstoff, Harnsäure, Galle u. s. w. auch alles Verbrauchte wirklich aus dem Körper geschafft wird, so kann auch nie eine Absonderung die andere vollständig und auf lange Dauer ersetzen. In der animalen Sphäre besteht ein ähnliches Verhältniss. Denken wir uns ein gewisses Quantum Nervenfluidum stets und gleichmässig auf die Nerven vertheilt, so muss jede Anhäufung desselben in einem Organe oder Systeme (Nervencongestion, verstärkte Innervation) Verringerung desselben in einem andern Organe oder Systeme zur Folge haben. Die geistige Thätigkeit documentirt sich nicht als Materie im Raume, sondern als Erscheinung in der Zeit, je mehr also Zeit auf die Entwickelung des Geistes in der einen Richtung verwendet wird, desto weniger kann Zeit der Ausbildung den andern Richtungen geistiger Thätigkeit gewidmet

sein. Sonach beruht der ganze Antagonismus auf einem bestimmten Gleichgewichte der Functionen.

So wichtig das antagonistische Verhalten der Organe zu einander für das Zustandekommen der Krankheiten ist, eben so wichtig ist es für die Heilung derselben, und der rationelle Arzt wird in sehr vielen Krankheiten den Antagonismus zum Wohle der Kranken in Anspruch zu nehmen wissen.

§. 131.

Sympathie, Organ-Consensus ist dem Antagonismus entgegengestellt und besteht darin, dass die Erregung und vermehrte Thätigkeit eines Organs Bewegung und lebendigere Thätigkeit eines andern zum Begleiter hat. Dieses consensuelle Verhalten kommt lange nicht so oft vor als das antagonistische. Das deutlichste hierher gehörige Beispiel geben die weiblichen Geschlechtsorgane, besonders der Uterus und die Brüste. Zur Zeit der geschlechtlichen Reife entwickeln sich Geschlechtstheile und Brüste, zur Zeit der Menstruation schwellen die Brüste etwas an, mit beginnender Schwangerschaft regt sich neues Leben auch in den Brüsten u. s. w. Bei alledem besteht dieser Consensus nur bis auf einen gewissen Punkt; sollen die Brüste ihre höchste Entwickelung erlangen, so muss der Uterus zurücktreten, daher nur nach der Entbindung, wenn der Uterus weder ein Ei ernährt, noch das Menstrualblut abscheidet, die Brüste am reichlichsten Milch absondern. Wenn aber eine Säugende menstruirt oder schwanger wird, so geht die Milchabsonderung zurück, die Milch verändert sich, daher der Säugling sie oft verschmäht. Aber auch noch mit einigen andern Organen steht der Uterus im Consensus; nach dem ersten Beischlafe soll die Schilddrüse anschwellen, die Stimme erleidet mit der Entwickelung der Mannbarkeit eine eigne Veränderung und alte Lustdirnen sollen eine rauhe, oft heisere Stimme haben. Auch zwischen Parotis und Geschlechtstheilen besteht ein eigner Consensus, daher Metastasen einer Parotitis am meisten die Geschlechtstheile trifft. Zur Erklärung dieses Consensus fehlt es uns bis jetzt an allen Mitteln, und nur bei Uterus und Brüsten giebt uns die Gleichheit der Bestimmung und Function einen Wink.

§. 132.

Der bis jetzt betrachtete Wechsel der Lebenserscheinungen führt uns nun auf die Untersuchung der Periodicität derselben. Mussten wir bis jetzt stets die äussern Reize als die wichtigsten Lebensbedingungen anerkennen, so mussten wir zugleich auch die grosse Abhängigkeit des Organismus von der Aussenwelt zugeben. Da nun die höhern Organismen für eine grössere Summe von Reizen empfänglich sind als die niedern, sie auch zu gleicher Zeit, vermöge ihrer complicirtern Organisation, ein grösseres Accommodationsvermögen für äussere Einflüsse besitzen (wodurch sie auch eingetretene Störungen der verschiedensten Art auf mannigfaltige Art ausgleichen können) als die einfachern Organismen, so werden sich die Erscheinungen der Periodicität bei ihnen allerdings weniger auffallend zeigen als bei einfachen Pflanzen und Thieren, sie werden sich vielmehr bei erstern nur auf einzelne Lebenserscheinungen erstrecken, während bei Pflanzen und niedern Thieren das Leben bald in seiner Blüthe steht, bald bis auf ein Minimum, Scheintod, reducirt ist. Da nun Wärme und Licht zu den wichtigsten Lebensbedingungen gehören, so wird der Wechsel der Jahres- und Tageszeiten den wichtigsten Einfluss auf die Periodicität der Lebenserscheinungen der Organismen ausüben.

Jahresperiode. In der gemässigten und kalten Zone ist im Winter eine solche Temperatur, dass die Luft eine grössere Dichtheit erhält und das Wasser gefriert; durch diese Kälte des Winters, die Dichtheit der Luft und die Starrheit des Wassers sind aber vielen Organismen die wichtigsten und nothwendigsten Lebensbedingungen entzogen, wozu noch kommt, dass für nicht wenige zugleich die Nahrung fehlt. Alle die Thiere, welche nun nicht so viel eigne Wärme entwickeln, dass sie der äussern Kälte widerstehen, und so organisirt sind, dass sie ihre Nahrung auch bei Schnee und Eis aufsuchen und finden, auch die winterliche Dichtheit der Luft ertragen können, müssen im Herbste entweder sterben oder in Winterschlaf verfallen oder auswandern. Auch die meisten bei uns einheimischen Pflanzen sterben oder schlafen im Winter. Der Baum wirft seine Blätter, die

wichtigsten Organe seiner Bildung, durch eine bestimmte Demarcationslinie, nicht durch blosses Eintrocknen oder Einschrumpfen, ab, während in seinem Innern das Leben nur langsamer seine Processe fortführt. Die Infusorien stellen ihre Lebenserscheinungen ein, sobald ihnen die nöthige Wärme und Feuchtigkeit entzogen wird, behalten aber bei der geringsten Menge Wasser ihre Lebensfähigkeit, so dass sie unter geeigneten Umständen wieder aufleben. Bei den im Meere lebenden Zoophyten scheint kein Winterschlaf vorzukommen, da eben im Meere die Lebensbedingungen nicht solchem Wechsel wie auf dem Lande unterworfen sind. Eben so sind die im Meere lebenden Anneliden, Crustaceen und Arachniden keinem Winterschlafe unterworfen wie ihre auf dem Lande lebenden Verwandten. Die Insecten sterben meistens im Herbste, einige, besonders die im Spätsommer ausgekrochenen Weibchen, überleben in warmen Verstecken den Winter, um im Frühjahre ihre Eier zu legen. Unter den Mollusken sind auch wieder die in kalten Gegenden auf dem Lande lebenden Species der Land-Lungen-Gasteropoden, *Helix*, *Limax*, *Clausilia*, so wie wahrscheinlich auch unsere Sumpfschnecken diejenigen, welche Winterschlaf halten. Ob bei den Fischen Winterschlaf vorkomme, ist schwer zu bestimmen, doch werden *Cyprinus tinca*, *Muraena anguilla*, *Anguilla congor* und wenige Andere als winterschlafend genannt. Dafür kommt aber bei vielen Fischen ein gewisses Wandern durch weite Strecken des Meeres vor, um ihre Eier da abzusetzen, wo für diese und für die junge Brut die Lebensbedingungen recht günstig sind. Bei den Vögeln ist der Winterschlaf eine fast gar nicht bemerkte Erscheinung, da diese durch ihre Flugfähigkeit zu weiten Reisen ganz geeignet sind, also im Winter dorthin ziehen können, wo sie die angemessene Temperatur, Nahrung u. s. w. finden. Nur von *Hirundo riparia L.* spricht sich Cuvier[1]) für einen in Sümpfen, Uferlöchern abzuhaltenden Winterschlaf aus. Brehm[2]) jedoch thut dessen keine Erwähnung. Unter den Säugethieren sind es besonders die Handflügler und Insectenfresser, die Sohlengänger und einige

---

1) Cuvier, Das Thierreich, von Voigt. I. 539. — 2) Brehm, Hdbch. der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands. 141.

Nager, welche den Winter ganz oder theilweise schlafend zubringen.

Die Erscheinungen des Winterschlafes sind im Kurzen folgende: *a*) In den vegetativen Functionen; ehe das Thier sich in das Winterlager zurückzieht, nimmt es wenig Nahrung zu sich, so dass während des Schlafes der Magen und Darmcanal leer ist; der Kreislauf ist sehr langsam, z. B. das Murmelthier zeigt nur 8 bis 10 Schläge, im Sommer 90, die Fledermaus 50, im Sommer 200. Verletzungen geben daher wenig Blut und das Athmen ist höchst unvollkommen, so dass solche schlafende Thiere ohne Nachtheil unter Wasser und in irrespirable Gasarten gebracht werden können. Mit der schwachen Respiration steht auch eine geringe Wärmeentwickelung dieser Thiere im genauesten Zusammenhange; die meisten derselben zeigen + 2, 3 bis 4° im tiefsten Schlafe, keins Frostpunkt, oder es ist todt. Im Anfange des Schlafes fällt und am Ende desselben steigt die Temperatur. Dass unter diesen Umständen die Se- und Excretionen stillstehen müssen, ist leicht einzusehen. Da nun während der ganzen Zeit des Winterschlafes der Körper des Thieres keinen Ersatz bekommt, der Lebensprocess aber doch, wenn auch in geringem Grade, fortdauert, so nehmen die meisten dieser Thiere im Winter an Gewicht ab. *b*) Die animalen Functionen müssen beim tiefen Winterschlafe natürlich ganz eingestellt werden. Im Anfange und gegen das Ende des Schlafes werden die Thiere noch durch stärkere Reize erweckt, im tiefen Schlafe sind aber selbst die grössten Verwundungen nicht im Stande, den Schlaf zu unterbrechen, Kälte dagegen verscheucht ihn bei den meisten Winterschläfern. Dass unter solchen Umständen Bewegungen gar nicht oder nur nach den stärksten Reizen vollbracht werden, kann nicht befremden.

So viel man auch gesucht hat, den Winterschlaf physiologisch zu erklären, so ist es doch bis jetzt noch nicht gelungen. Denn wenn man eine grosse Thymusdrüse [Fr. Tiedemann[1])], eine Anhäufung von Fett in der Brusthöhle und dadurch bewirktes Zusammendrücken der Lungen und in Folge dessen eine unvoll-

---

1) Fr. Tiedemann, in Meckel's Deutsches Archiv. I. 481.

ständige Decarbonisation des Blutes und Beschränkung des Gehirnlebens annehmen wollte, so müsste man doch nach der Ursache dieser Veränderung der Thymus u. s. w. fragen. Die Kälte kann es nicht sein, denn die Thiere gehen ins Winterlager zu einer Zeit, wo es noch gar nicht so kalt ist, zur Zeit, wo viele derselben aus dem Lager gehen, ist es meist kühler, und sie werden durch strenge Kälte mitten im Schlafe geweckt.

Dieses war das Verhalten des Thieres im tiefsten Winterschlafe, wie er aber nicht bei allen Thieren eintritt; einige erwachen von Zeit zu Zeit und zehren von den gesammelten Vorräthen, wie der Igel, die Haselmaus, andere zehren im Anfange und gegen das Ende von den Vorräthen, wie der Hamster. Auch der Bär schläft nicht so fest, dass er nicht, wenn er von Menschen gefunden wird, aufstehen und entfliehen könnte, doch scheint er wenig zu fressen.

So wie die bemerkten Thiere den Winterschlaf in gegen die Kälte wohlverwahrten Gängen und Höhlen halten, so giebt es auch Thiere, welche sich gegen die grosse Hitze des Sommers zu wahren suchen; so geht unser Igel im heissen Sommer nur des Abends und des Nachts aus, in den Tropen verkriechen sich die grossen Schlangen und Krokodile während der heissen Jahreszeit in Sümpfe und der Tenrec auf Madagascar schläft während der trocknen Hitze.

Thiere, welche sich dem Wechsel der Jahreszeit nicht accommodiren können, aber doch auch keinen Winter- oder Sommerschlaf halten, wechseln den Wohnort; so ziehen sehr viele Vögel im Herbste von den Polen gegen den Aequator, um daselbst den Winter zuzubringen; unter den Säugethieren sind einige Gebirgsbewohner, welche im Herbste die Nordseite mit der Südseite vertauschen, im Frühjahre aber wieder auf die Nordseite des Gebirges kommen, und der Seehund soll in den Sommermonaten sich mehr gegen die Pole zurückziehen.

Wir müssen also in dem Winterschlafe, Sommerschlafe und dem Wandern einen Ausweg erkennen, den die Natur denjenigen Thieren zur Erhaltung ihres Lebens angewiesen hat, deren ganze Constitution und Lebensart so ist, dass sie sich den wechselnden Verhältnissen der Jahreszeiten nicht anpassen können, ohne dass

wir den physiologischen Vorgang, den innern Grund dieser Erscheinungen bis jetzt deutlich einsehen können.

§. 133.

Eine andere, aber nicht so über den ganzen Organismus verbreitete, sondern nur auf einzelne Gebilde beschränkte Erscheinung in dem Leben der Thiere ist die Mauser. Dieselbe ist eine periodische Regeneration der epidermatischen Gebilde, doch vorzugsweise der nach aussen gelegenen. Die Epithelien im Innern werden nicht so von den äussern Verhältnissen getroffen und ihr Abstossen hängt mehr von innern Vorgängen ab. Mit der Erneuerung der nach aussen gelegenen Horngebilde ist aber oft ein Ergriffensein des Gesammtorganismus verbunden, daher die Thiere sich in Höhlen und einsame Orte zurückziehen. Bei den Insecten, Eidechsen und Schlangen sehen wir die Mauser als vollständige Häutung. Bei den Fischen und Fröschen scheint eine nur unvollständige Häutung Statt zu finden. Die Vögel werfen die Oberhaut und die Federn im Herbste oder auch im Frühjahre ab, die meisten Wandervögel vor dem Antritte ihrer Wanderung von Norden nach Süden. Bei den Säugethieren sehen wir die Mauser als Wechsel der Geweihe und der Haare, wobei der für den Winter bestimmte Pelz desto dichter wird, je härter der bevorstehende Winter sein wird und je kälter das Clima überhaupt ist. Bei vielen Vögeln und Säugethieren unterscheidet sich das Winterkleid von dem bunten Sommerkleide durch seine weisse Farbe. Bei dem Menschen, der sich durch Wohnung, Kleidung und Nahrung gegen den nachtheiligen Einfluss des Witterungswechsels schützt, der keinen Pelz hat, können die Erscheinungen der Mauser nicht so deutlich auftreten. Man bemerkt zwar im Frühjahre öfter als zu andern Zeiten ein Ausfallen der Haare, ein Abschilfern der Oberhaut, doch ist dieses keineswegs so deutlich, dass man ein regelmässiges Mausern darin zu erkennen vermöchte. Alle Absonderungen aber mit dem Namen der Mauser zu belegen, heisst den Begriff des Wortes zu weit ausdehnen, obgleich nicht zu leugnen ist, dass mit den Absonderungen die Epithelien der Absonderungsorgane abgestossen werden.

§. 134.

Die Jahresperiode drückt sich beim Menschen noch insofern deutlich aus, als ohne Rücksicht auf äussere Temperatur in gewissen Monaten mehr, in andern weniger Geburts- und Sterbefälle vorkommen. Es fehlt uns zwar in diesem Punkte noch an grossen weit umfassenden statistischen Uebersichten, aber die vorhandenen weisen deutlich nach, dass die Sterblichkeit ihr Maximum im Frühjahre erreicht, im Sommer sinkt, im Herbst das Minimum erreicht und im Winter wieder steigt. Die etwa vorkommenden Abweichungen dürften wohl ihre localen Ursachen haben. Der Februar ist besonders gefährlich, auf ihn fallen die meisten Sterbefälle, so wie die meisten Todtgebornen. Der Juli und der August sind dagegen die günstigsten Monate, sie haben die wenigsten Todesfälle incl. der Todtgebornen. Moser sucht den Grund davon in der Witterung, warum aber nicht den Grund der Witterung auch als Grund dieser Erscheinung ansehen? — besonders da wir bei den Geburten auf dieselben Monate treffen. Der Februar und März haben die meisten, der Juli die wenigsten Geburten. Hieraus geht aber wieder hervor, dass der April und Mai der Conception am günstigsten, der October am ungünstigsten ist. Das Zusammentreffen der meisten Geburten mit den meisten Sterbefällen und das Fallen der meisten Conceptionen in das Frühjahr, wo überall neues Leben und neue Thätigkeit sich regt, ist höchst wichtig und interessant, denn diese Verhältnisse deuten darauf hin, dass der Umlauf der Erde um die Sonne, der Stand dieser beiden Körper zu einander für den ganzen Lauf und Wechsel des menschlichen Lebens von dem grössten Einflusse ist. Die über diese Verhältnisse gesammelten statistischen Untersuchungen und Zusammenstellungen sind von Villermé[1]), Quetelet[2]), Moser[3]) und Meyer[4]). (Vergl. Anhang. Tabelle I. und V.)

---

1) *Villermé, De la distribution par mois des conceptions et des naissance de l'homme. Ann. d'Hygyeine. V.* 55. — 2) Quetelet, Ueber den Menschen u. d. Entwickel. seiner Fähigk. Deutsch v. Riecke. Stuttg. 1838. — 3) Moser, Die Gesetze der Lebensdauer. Berlin 1839. — 4) Meyer, Med. Topographie u. Statistik v. Dresden. Leipzig 1840.

Der Wechsel der Jahreszeit wird für uns noch dadurch von Wichtigkeit und Einfluss, dass wir im Sommer ein mehr naturgemässes, im Winter ein mehr gekünsteltes Leben führen. Wir geniessen im Winter weniger freie Luft, weniger Licht, sind grösserem Temperaturwechsel ausgesetzt, wir kleiden uns dichter, geniessen mehr feste Nahrungsmittel u. s. w. Alles dieses kann nicht ohne Einfluss auf den Gang des Lebens sein, daher auch manche Krankheitsformen mehr dem Winter, manche mehr dem Sommer eigen sind. Im Sommer ist die ganze Lebensthätigkeit mehr nach der Peripherie, im Winter mehr nach dem Centrum gerichtet. Nach Sanctorius[1]) geben wir im Winter ein Pfund Hautausdünstung täglich weniger ab als im Sommer. Auch soll im Winter das Körpergewicht abnehmen.

Durch Schweig's[2]) sorgfaltige Untersuchungen sind wir auf eine sechstägige oder trophische Periode aufmerksam gemacht worden. Diese Periode wird durch den Umlauf des Mondes um die Erde bestimmt und ist also in der Umlaufszeit fünfmal enthalten. Da jedoch der Mond bisweilen mehr, bisweilen weniger als 30 Tage zu seinem Umlaufe braucht, so muss auch bisweilen eine solche trophische Periode 5 oder 7 Tage haben. Innerhalb dieser Periode ist ein gewisser Umlauf aller vegetativen Erscheinungen zu beachten und zwar so, dass diese gleichsam zwei Curven, eine kleinere und eine grössere, bilden. Die kleinere steigt den ersten Tag heran, den zweiten herab, die grössere den dritten und vierten Tag heran, den fünften und sechsten herab. Die beiden Maxima fallen also auf den zweiten und vierten Tag. Dieses regelmässige Schwanken der vegetativen Thätigkeit im Körper spricht sich durch ein regelmässiges Vermehren und Vermindern der Harnsäure im Urine aus. Diese 6 Tage müssen daher auch von verschiedenem Werthe und Einflusse für die krankhaften Erscheinungen des Organismus sein. Die gefährlichsten Tage dieser Periode sind nun der Primus, der Tertius und der Quintus, denn auf diese kommen die meisten Todesfalle. Von 33 Fällen von Puerperalfieber kamen 15 Erkrankungen auf

1) *Sanctorius, Med. static. aphorism. II.* 41. — 2) Schweig, Untersuchungen über periodische Vorgänge im gesunden und kranken Organismus des Menschen. Carlsruhe 1843.

den Primus, 11 auf den Tertius und 7 auf den Quintus, die übrigen Tage gingen leer aus. Von Croup und Masern kamen die meisten Erkrankungen auf den Secundus, diesem folgte der Quintus. Die Anfälle eines Epileptischen zeigten eine merkwürdige Uebereinstimmung mit der Curve der Harnsäure, mit welcher sie stiegen und fielen; es kamen auf den vierten Tag die meisten, auf den sechsten die wenigsten Anfälle. Auch erscheint die Menstruation am häufigsten an den ungleichen Tagen. (Vergl. Anhang. Tabelle VI. und VII.)

Nicht weniger wichtig und einflussreich ist die vierundzwanzigstündige Periode, durch Umdrehung der Erde um ihre Axe bestimmt und durch Wechsel von Tag und Nacht, Licht und Finsterniss und gewöhnlich auch von wärmerer und kühlerer Temperatur ausgezeichnet, daher einen Wechsel der wichtigsten Lebensreize bedingend. Hiernach würde ganz naturgemäss die Nacht die Zeit der Ruhe, der Tag die Zeit der Thätigkeit sein. — Der Wechsel organischer Vorgänge zeigt sich nun in folgender Art. Bei den meisten Pflanzen bemerken wir den lebendigsten Turgor, die grösste Lebensäusserung unter der stärkern Einwirkung des Lichtes und der Wärme, also am Tage, doch nicht bei allen an gleichen Stunden. Daher das Bewegen der Blätter, das Oeffnen und Schliessen der Blüthen zu verschiedenen Stunden u. s. w. Bei alledem giebt es aber doch auch mehrere Pflanzen, welche des Nachts wachen, z. B. *Cestrum nocturnum*, *Mesembryanthemum noctiflorum*, *Epidendron nocturnum* u. a., wobei wir aber immer einen vierundzwanzigstündigen Cyclus beobachten. Dass aber der ganze Vegetationsprocess der Pflanzen sich nach dem Tageswechsel richtet, zeigt der Umstand, dass sie am Tage Sauerstoff, des Nachts Kohlensäure ausathmen. Auch die meisten Thiere zeigen am Tage eine rege Lebendigkeit und ruhen des Nachts, nur wenige gehen des Nachts auf Raub u. s. w. Auch den Menschen ladet die Dunkelheit, Kühle und Stille der Nacht zur Ruhe, die Helligkeit, Wärme und allgemeine Regsamkeit des Tages zur Thätigkeit ein. Die Aufnahme der Speisen erfolgt am besten am Tage, geschieht sie spät des Nachts, so stören die den Magen anfüllenden Speisen den ruhigen Schlaf, der Organismus hat dann noch ein Geschäft, die Magenverdauung, zu vollbringen,

ehe er sich der Ruhe hingeben kann. In der Blutbewegung drückt sich die vierundzwanzigstündige Periode deutlich aus; des Nachts ist der Puls um zehn Schläge in der Minute weniger frequent als am Tage und hat sein Minimum um Mitternacht, gegen 2 oder 3 Uhr ist gewöhnlich wieder einige Frequenz zu bemerken, die sich aber nach Sonnenaufgang wieder verliert, worauf erst gegen Abend wieder eine Beschleunigung erfolgt. Die Respiration und mit ihr die eigne Wärmeerzeugung muss demselben Typus folgen, daher alle Gefässkrankheiten, besonders die entzündlichen, fieberhaften gegen den Abend eine starke und gegen den Morgen eine schwache Exacerbation machen. Die Ab- und Aussonderungen müssen, als vom Blutlaufe abhängig, ganz dieselbe Periode zeigen. Die wichtigsten Ausscheidungen, deren Mengen man in dieser Hinsicht beobachtet hat, sind die Kohlensäure, die Harnsäure und das Wasser. Die Menge der durch die Lungen abgeschiedenen Kohlensäure erreicht nach Prout[1]) und Scharling[2]) ihr Minimum des Nachts und gegen den Morgen, nach Coathupe[3]) zwischen 7 und 8 Uhr des Abends, das Maximum dagegen in den ersten Nachmittagsstunden. Die Wasserausscheidung ist auf die Lungenexhalation, die Hautausdünstung und die Harnabsonderung vertheilt und auch hier sinken, so weit es bis jetzt die noch mangelhaften Beobachtungen lehren, alle drei Ausgangsformen um Mitternacht auf ihr Minimum, und nach allgemeinen Erfahrungen ist auch die Schleimabsonderung des Nachts sehr unbedeutend, vermehrt sich aber gegen den Morgen. Die Harnsäureabsonderung befolgt denselben Typus und zeigt in 24 Stunden zwei Curven, von denen die erste ihre Höhe Vormittags von 8 bis 9 Uhr, die zweite Nachmittags von 3 bis 4 Uhr erlangt, während die niedrigsten Punkte dieser Curven auf den Mittag und die Mitternacht fallen, also der obern und untern Culmination der Sonne entsprechen. Doch steht der Mitternachtspunkt viel tiefer als der Mittagspunkt.

So wie auf diese Functionen des vegetativen Lebens der Einfluss der kosmisch-tellurischen Verhältnisse nicht zu ver-

---

1) Prout, in Meckel's Deutsches Archiv. II. 145. — 2) Scharling, in Wöhler und Liebig's Ann. d. Chemie u. Pharm. XL. 214. — 3) Coathupe, in Schweig's Periodische Vorgänge. 63.

kennen ist, eben so wenig ist dieser Einfluss auf den Anfang und das Ende des selbstständigen Lebens zu übersehen, wie folgende Uebersicht zeigt.

Nach Quetelet kommen in Brüssel auf die Stunden

von 9 bis 3 Uhr	Mittags	221	
„ 3 „ 9 „	Nachmittags	240	
„ 9 „ 3 „	Nachts	294	
„ 3 „ 9 „	Morgens	245	
		von 1000 Geburten.	

Nach Buck in Hamburg:

von 9 bis 3 Uhr	Mittags	205	
„ 3 „ 9 „	Nachmittags	185	
„ 9 „ 3 „	Nachts	318	
„ 3 „ 9 „	Morgens	292	
		von 1000 Geburten.	

Carus[1]) fand bei 200 auf einander folgenden Geburten 116 auf die Nachtzeit kommend. In Bezug auf Dresden vergl. Anhang, Tabelle VI.

Ueber die Sterblichkeitsverhältnisse nach den Tagesstunden fehlt es uns noch an umfassenden Angaben, denn die vorhandenen sind widersprechend. Nach Quetelet soll das Maximum in Brüssel auf den Tag, nach Buck in Hamburg auf die Nacht, nach Meyer in Dresden nach Mitternacht auf 3 bis 6 Uhr (vergl. Tabelle II.) kommen. Doch stimmen alle Drei darin überein, dass die wenigsten Todesfälle auf die Zeit von 9 bis 12 Uhr des Nachts kommen, was wieder mit den Angaben von Schweig über Carlsruhe im Widerspruche steht, nach welchen das Maximum auf 11 bis 12 Uhr des Nachts fällt, worauf plötzlich von 12 bis 1 Uhr ein bedeutendes Fallen bemerkt wird[2]). So viel scheint aber doch angenommen werden zu können, dass die Abendbeschleunigung des Blutlaufes auch den Tod der meisten Menschen beschleunigt und dieser dann mit dem Nachlasse der Aufregung nach Mitternacht und in den ersten Morgenstunden erfolgt. Merkwürdig ist es, dass

1) Carus, Gynaekologie. II. 128. — 2) Schweig, Ueber period. Vorgänge. Tab. III.

sogar Selbstmörder diesen kosmisch-tellurischen Einflüssen folgen; nach Guerry[1]) ist der Selbstmord in folgender Art auf die Tagesstunden vertheilt:

Mitternacht	von	12	bis	2	Uhr	77.
	„	2	„	4	„	45.
	„	4	„	6	„	78.
Morgens	„	6	„	8	„	135.
	„	8	„	10	„	110.
	„	10	„	12	„	123.
Mittags	„	12	„	2	„	32.
	„	2	„	4	„	84.
	„	4	„	6	„	104.
Abends	„	6	„	8	„	77.
	„	8	„	10	„	84.
	„	10	„	12	„	71.
						1000.

Diese Angaben fallen ganz genau mit der von Schweig gegebenen Curve der Harnsäurebildung zusammen.

Es ist also in den vegetativen Thätigkeiten des Körpers ein stetes Schwanken, ein unaufhörliches Steigen und Fallen zu bemerken, abhängig von dem Umlaufe der Erde um die Sonne, des Mondes um die Erde und von der Axendrehung der Erde.

In Bezug auf die Geburten bemerkt Meyer, dass in Dresden die meisten auf die Stunden nach Mitternacht, die wenigsten auf den Nachmittag kommen.

§. 135.

Müssen wir nach den gegebenen Thatsachen den innigsten Zusammenhang des thierischen und menschlichen Organismus mit dem Erdorganismus und dem Weltenleben anerkennen, so wollen wir jetzt nur einen Blick auf das Leben der Erde werfen und darauf aufmerksam machen, wie sehr dieselbe mit ihrer Atmosphäre und ihren Bewohnern einem Organismus gleicht und wie man ihr ein Leben vindiciren muss.

1) Guerry, in Froriep's Notizen. XX. 191.

Der Erdorganismus hat seine Lebens- und Entwickelungsperioden gehabt, er scheint auch nur aus der Flüssigkeit, wie alles Organische, entstanden zu sein und geht eben so seinem Tode entgegen; er hat seine eigne selbstständige Temperatur und einen ununterbrochenen Wandel der Stoffe aus dem sogenannten Unorganischen durch die Pflanzen- und Thierwelt zurück zu dem Unorganischen. Er hat in seinen Flüssigkeiten, Luft und Wasser, eine bestimmte Mischung, die er stets bewahrt und zu deren Erhaltung die Thier- und Pflanzenwelt beiträgt. Diese Flüssigkeiten stehen in bestimmter Wechselwirkung zu einander. Das Wasser steigt aus dem Herzen der Erde, dem Weltmeere, durch die Luft als Wolken in die Höhe und wird so in die innigste Berührung mit der Luft gebracht und durch die Strömungen derselben über den ganzen Erdball verbreitet. Dieser Weg des Wassers gleicht ganz dem Wege des Blutes aus dem Herzen durch einen Kiemenapparat zu den einzelnen Körpertheilen. Das so mit Luft, Kohlensäure u. s. w. geschwängerte Wasser fällt als Regen auf die Oberfläche der Erde herab, durchdringt diese (gleich der parenchymatösen Ernährungsflüssigkeit der Thiere) und begünstigt alles individuelle Leben auf derselben, eben so wie die Ernährung aller thierischen Gewebe nur aus dem Plasma erfolgen kann. Dieses Wasser sammelt sich wieder in Bächen, Flüssen und Strömen (venöser Blutstrom), um wieder dem Meere zuzuströmen. Unter der gemeinschaftlichen Wirkung der Luft und des Wassers verwittert die Oberfläche der Gesteine und bedeckt sich mit lockerem tragbaren Boden, der durch Bäche und Ströme aus den Gebirgen den Thälern und Ebenen zugeführt wird, um immer mehr Raum für das individuelle Leben zu gewinnen. Ob an der Grenze der Erdatmosphäre ein der Respiration zu vergleichender Stoffwechsel zwischen der Erde und dem den Weltenraum ausfüllenden Stoffe, gewöhnlich Aether genannt, Statt findet, kann durch Erfahrung nicht bestätigt werden, ist aber nicht undenkbar. Bei diesem Stoffwechsel und diesen Strömungen in den Adern des Erdorganismus tritt die Electricität als Analogon des thierischen Nervenlebens auf. So wie das Nervenagens alle vegetativen und animalen Processe des Organismus beherrscht und begleitet, so begleiten electrische

Erscheinungen alle Phänomene im Leben der Erde; in jeden Temperaturwechsel, in jeden chemischen Vorgang mischt sie sich bestimmend und regulirend ein, ohne sie ist kein Leben der Erde denkbar. So wie der thierische Organismus nur in der Wechselwirkung mit der Aussenwelt Lebenserscheinungen zeigen kann, eben so kann der Erdorganismus nur in der Wechselwirkung mit den übrigen Weltkörpern bestehen. Doch kennen wir diese Wechselverhältnisse nur bei der Sonne und dem Monde etwas genauer. Mit beiden steht die Erde zunächst durch die Gesetze der Gravitation in der innigsten Verbindung. Diese Gravitation bestimmt die Stellung zur Sonne und die Bewegung der Erde, also die Jahreszeiten und somit deren Einfluss auf die Einzelwesen auf der Erde. Der Mond ist von nicht geringem, fast mehr specifisch zu nennenden Einflusse auf die Erde, wie die Ebbe und Fluth des Meeres, die trophische Zeit in den periodischen Erscheinungen des vegetativen Lebens des Menschen zeigen. Mit dem Umlaufe der Erde um die Sonne ist ein Rollen der Erde um ihre Axe verbunden, welches den Wechsel von Tag und Nacht bestimmt. Die Folgen dieser Einflusse auf den Organismus des Menschen haben wir eben in ihrer Periodicität kennen gelernt. Da nun die Erde selbst wieder nur ein Theil eines grössern Ganzen, unsers Sonnensystems, ist, dieses aber wieder mit andern Sonnensystemen in Wechselwirkung treten muss, so müssen sich allerdings in dem Leben des Erdkörpers und des Sonnensystems noch anderweitige Perioden zeigen, z. B. die Schwankungen der Erdaxe, durch welche der Winkel derselben zur Ekliptik verändert wird, das Fortrücken des magnetischen Meridians, die Verhältnisse, die in der Stellung des ganzen Sonnensystems in weiten Zeiträumen wiederkehren; sie umfassen aber Jahrhunderte und Jahrtausende, mögen also wohl für das ganze Erdenleben von dem grössten Einflusse sein, für das kurze Leben des Menschen sind sie aber kaum vorhanden.

§. 136.

Bis jetzt haben wir die Perioden betrachtet, welche, durch äussere Einflüsse bedingt, sich am individuellen Organismus zeigen; wir wenden uns nun zu denjenigen periodischen Erscheinun-

gen im menschlichen Organismus, welche, aus dem innern Wesen desselben hervorgehend, weniger von Aussendingen abhängig sind. Es gehören hierher der Schlaf, der Traum und verwandte Zustände, so wie die durch die Entwickelung gegebenen Perioden.

§. 137.

Der Schlaf ist eine den Menschen, Säugethieren und Vögeln*) besonders eigne periodische Erscheinung, welche wesentlich darin besteht, dass der Wechselverkehr mit der Aussenwelt nur auf das Nothwendigste beschränkt, dafür aber mehr der innere Verkehr, der innere Haushalt des Organismus besorgt und regulirt wird.

Vegetative Functionen. Die Verdauung geht zwar während des Schlafes fort, allein starke Anfüllung des Magens macht den Schlaf unruhig und von kurzer Dauer; ist dagegen die Magenverdauung grösstentheils vollendet, so erfolgt der Schlaf sehr leicht. Die Darmverdauung kann ohne Störung recht gut während des Schlafes vollbracht werden und hat eben so, wie die Bereitung und das Fortführen des Chylus, ungestört ihren Fortgang. Der Blutlauf ist zur Zeit des Schlafes um 10 Schläge in der Minute langsamer, aber gleichmässiger, eine nicht bedeutende Härte und Spannung verliert sich und andere zufällige, durch äussere Umstände veranlasste kleine Unregelmässigkeiten gleichen sich aus. Mit der ruhigern Circulation ist eine ebenfalls ruhigere Respiration verbunden, die Zahl der unter sich gleichmässigen Athemzüge ist geringer als im Wachen und der einzelne Athemzug ist sanft und tief. Die Ernährung der einzelnen Gewebe, d. i. das Wegnehmen und Wiederersetzen der nicht mehr brauchbaren Molecüle, geht während des Schlafes besonders und vorzugsweise von Statten (viele schlaflose Nächte bringen die Ernährung herunter); denn da mit jeder Lebensäusserung eine Veränderung des betreffenden Gewebes und Ermüdung, endlich aber Unfähigkeit zu fernern gleichartigen Lebensäusserungen verbunden ist, nach dem

*) Bei den Amphibien, Fischen und den wirbellosen Thieren besteht jedenfalls auch Abwechselung von Thätigkeit und Ruhe, allein ein wirklicher Schlaf ist nicht wahrzunehmen.

Schlafe aber die Fähigkeit zu anhaltender Thätigkeit wieder hergestellt ist, so muss eben dieser Ersatz vorzugsweise während des Schlafes erfolgen. Dazu kommt, dass Menschen, welche viel schlafen, in der Regel leicht fett werden. Da der Ersatz der verschiedenen Gewebe besonders während des Schlafes erfolgt, so sollte man meinen, dass auch die Bildung und Ausscheidung der wesentlichen Ausscheidungsstoffe, der Kohlensäure, des Wassers, des Harnstoffes und der Harnsäure, besonders vermehrt sein müsse, allein die Erfahrung spricht dagegen. In Bezug auf die Kohlensäure haben Prout, Scharling und Coathupe nachgewiesen, dass deren Ausscheidung durch die Lungen des Nachts geringer ist als am Tage. Die Abscheidung des Wassers von den freien Flächen und in den Nieren ist, wie wir öfters zu bemerken Gelegenheit hatten, ebenfalls beschränkt, und die Untersuchungen Schweig's über die Verringerung der Harnsäure im Schlafe haben wir erst im vorigen Paragraphen angeführt. Welches ist nun der Grund dieses scheinbaren Widerspruchs? Erstens der langsamere Blutlauf, durch welchen in einer gegebenen Zeit einem Absonderungsorgane weniger Blut und sonach weniger Material zur Ausscheidung zugeführt wird; zweitens die weniger lebhafte Respiration, durch welche weniger Sauerstoff aufgenommen, weniger Thierstoff verbrannt, also auch weniger zur Ausscheidung geschickt gemacht wird; drittens die Richtung der ganzen Lebensthätigkeit und der Säfte, von den Flächen der Haut und Schleimhaut weg mehr nach dem Innern der Organe. Die Bildung der Harnsäure und des Harnstoffes geht in dem Innern der Gewebe während des Schlafes gewiss ununterbrochen, wenn auch langsamer, fort, allein die oben angegebenen Gründe bedingen deren Ausscheidung erst in den Morgenstunden, daher auch Schweig die Höhe der ersten Curve in den Morgenstunden finden musste. Jeder Arzt giebt daher und zwar mit Recht in Krankheiten auf die Beschaffenheit des Morgenharnes Achtung. Die wässrige Ausscheidung vermehrt sich auch gegen den Morgen, alle Schleimhäute werden feucht, daher früh beim Aufstehen das Husten und Räuspern Solcher, welche an einem Katarrh oder selbst an Vereiterung der Lungen leiden; daher auch der Stuhlgang und das mehrmalige

Uriniren bald nach dem Aufstehen. In den vegetativen Functionen sehen wir also während des Schlafes eine gewisse Beschränkung des Verkehrs mit der Aussenwelt, Speisen und Getränke werden während des Schlafes gar nicht aufgenommen, die Blutcirculation ist langsamer, das Athmen geringer, die Ab- und Ausscheidungen beschränkt, dagegen ist die innere Bildung, der innere Ersatz das Vorherrschende.

Die animalen Functionen, welche vorzugsweise den Verkehr mit der Aussenwelt vermitteln, sind während des tiefen Schlafes für gewöhnliche Eindrücke und Reize ganz aufgehoben. Die Sinnesorgane sind geschlossen und zwar die höhern, dem Seelenleben näher stehenden, das Gesicht und das Gehör, fester als die tiefern, dem vegetativen Leben mehr verwandten, der Geruch und das Gefühl. Der Geschmack kann vermöge der verborgenen Lage seines Organs nicht wohl afficirt werden. Um einen fest schlafenden Menschen zu erwecken, langt helles Licht nicht aus, doch ein Geräusch, besonders aber Töne und Worte, die in näherer Beziehung zu dem Schlafenden stehen, wecken denselben bald auf. Auch unangenehme Gerüche afficiren den Schlafenden leicht. Berühren und Rütteln ist aber am ersten im Stande, den festen Schlaf zu verscheuchen. Die Bewegungserscheinungen sind während des Schlafes fast nur auf die vegetativen und zum Leben nothwendigen Functionen beschränkt. Die Muskelthätigkeit ist darum aber keineswegs aufgehoben, sondern nur von den im Wachen vorherrschenden Streckern auf die Beuger übertragen. Das Auge ist nicht etwa durch einen nur passiven Nachlass des Aufhebemuskels des obern Augenliedes, sondern durch eine active Contraction des Kreismuskels geschlossen, denn Lähmung des Hebemuskels schliesst das Auge eben so wenig, als es bei Leichen geschlossen ist. Die gesammten Muskeln halten auch den Körper in einer gewissen Lage, daher die Lage eines Schlafenden nicht die einer Leiche ist. Werden aber im gesunden Schlafe wirklich Bewegungen gemacht, die einem Traume entsprechen, so ist es gewiss gegen das Ende des Schlafes. Empfindung der Aussenwelt und Reaction gegen gewöhnliche nicht starke Reize ist während des Schlafes aufgehoben.

Was die geistigen Functionen während des Schla-

fes anbetrifft, so ruhen diese nicht, beschäftigen sich aber nicht mit der Aussenwelt, sondern mit subjectiven durch die Phantasie vorgespiegelten Bildern als wirklich vorhandenen Objecten. Diese werden aufgefasst und beurtheilt, sie erregen in uns Schmerz und Lust und der Wille fasst demgemäss seine Entschlüsse und sucht diese wohl auch auszuführen. Da aber die Phantasie mit ihren Bildern unerschöpflich ist, dem Geiste stets neue Scenen vorführt, so schwanken der beurtheilende Verstand und der bestimmende Wille unstät von Einem zum Andern, ohne einen Gegenstand festzuhalten. So mannigfaltig und wunderbar auch die rasch wechselnden Bilder der Phantasie sein mögen, so dürfen sie doch den Gesetzen des Denkens nicht ganz widersprechen, denn wird das Gewirr einmal gar zu toll, kann der Verstand gar nicht damit zu Stande kommen, so erwachen wir entweder darüber oder die Phantasie schiebt dem Verstande geschwind eine andere ihn mehr befriedigende Decoration vor. Also auch das psychische Leben ruht nicht während des Schlafes*), sondern es ist nur von der Aussenwelt abgeschlossen, lebt in seinem eignen Kreise, in einer selbstgeschaffenen Welt. So wie also in der somatischen Sphäre das eigentliche innere Bilden der Materie während des Schlafes vorherrscht, so sehen wir etwas Aehnliches auch in der geistigen Sphäre: ein unerschöpfliches inneres Bilden. So bizarr uns auch die Bilder des Traumes erscheinen mögen, so können sie doch für das innere Leben der Seele nicht ohne Einfluss und Wichtigkeit sein. Wenn die von anstrengender Behandlung der Aussenwelt während des Tages ermüdete Seele sich zurückzieht und spielend die selbstgeschaffene Welt betrachtet, so gewinnt sie dabei Kraft für neue Thätigkeit, die einseitige Richtung, die sie etwa den Tag über

*) Wir träumen in jedem Schlafe und während der ganzen Nacht, denn man mag sich wecken lassen zu einer Zeit, zu welcher man will, so wird man beim Erwecken stets fühlen, dass man eben geträumt hat. Wir erinnern uns gewöhnlich nur der Morgenträume, wo der neue Verkehr mit der Aussenwelt schon vorbereitet war. Eben so wenig wie des Traumes vor Mitternacht erinnert man sich genau dessen, was man vor mehreren Stunden gedacht hat, wenn es nicht wissenschaftliche Beschäftigung oder sonst etwas Wichtigeres, sondern etwas Gleichgültiges war.

genommen hat, wird ausgeglichen; der bis zum Tode Betrübte vergisst seinen Kummer und träumt von einer heitern glücklichen Zukunft; der von dem Toben des Zornes und von andern Leidenschaften Erschöpfte träumt sich eine heitere gefällige Umgebung und wird selbst wieder heiter; der tiefdenkende Gelehrte verlässt seine Probleme und erquickt sich in der leichten Welt der Träume. Offenbar muss hierdurch die innere Kraft der Seele gewinnen, sie wird dadurch wieder fähig, am nächsten Morgen neu gestärkt die Last des Tages wieder zu übernehmen.

Müssen wir sonach selbst in der geistigen Thätigkeit während des Schlafes nicht ein blosses Ruhen, ein Nichtsthun, sondern ein inneres Erheben und Erstarken anerkennen, so können wir den Schlaf überhaupt nicht für etwas schlechthin Passives ansehen, sondern müssen ihn für einen Gegensatz des Verkehrs mit der Aussenwelt halten, durch welchen die innere Oekonomie des Organismus besorgt und geregelt wird. Das ganze Leben besteht in einem abwechselnden Schwanken zwischen Thätigkeit nach aussen und Bildung im Innern. Diese Ansicht von dem Wesen des Schlafes findet seine fernere Bestätigung in den Erscheinungen des Einschlafens und Erwachens. Die Müdigkeit nöthigt uns die Geschäfte zu verlassen, sich zu setzen oder in halbgebogener Haltung zu legen. Die Wahrnehmungen durch die Sinne werden undeutlich, wir sehen die Gegenstände nur mit Anstrengung und wie durch einen Schleier, wir hören die gesprochenen Worte, ohne ihren Sinn zu erfassen, mengen Traumbilder unter die Erscheinungen der Wirklichkeit und geben demgemäss, wenn wir zum Sprechen genöthigt werden, ganz verkehrte Antworten. Hiermit werden auch die übrigen Sinne immer mehr abgeschlossen, bis endlich nur starke Reize aus dem festen Schlafe uns zu erwecken vermögen. So wie mit diesen Wahrnehmungsorganen verhält es sich mit den Muskeln; der Körper sinkt zusammen, der Kopf auf die eine oder die andere Seite oder auf die Brust. Werden wir zum Greifen oder Gehen genöthigt, so greifen wir unsicher und gehen schwankend, werden wir zum Sprechen veranlasst, so ist die Zunge schwer, die Sprache undeutlich. Beim Erwachen ist ein ähnlicher Zustand zu bemerken. Der Schlaf

wird gegen den Morgen leiser, durch geringere Reize leichter unterbrochen, auch wirken Aussendinge bestimmend auf die Träume ein, ein brenzlicher Geruch erregt den Traum einer Feuersbrunst u. s. w., zum deutlichen Zeichen, dass die Empfänglichkeit für die Aussenwelt sich wieder regt, und endlich wird der Schlaf durch ganz gewöhnliche Reize, z. B. Tageslicht, ganz verscheucht und der gesunde Mensch verlässt fröhlich und gestärkt sein Lager. Werden wir früher, ehe wir, wie man zu sagen pflegt, ausgeschlafen haben, aus dem Schlafe gerissen, so nehmen die Sinne die Eindrücke der Aussenwelt nicht sogleich richtig auf und der Geist vermengt die Bilder des Traumes (Schlummerbilder, Traumbilder) mit denen der Wirklichkeit; Sprechen und Handeln entspricht daher nicht der Aussenwelt, sondern dem Traume (Schlaftrunkenheit). Ein schlaftrunkener Mensch kann in diesem Zustande Verbrechen begehen, deren er sich nach dem völligen Erwachen kaum erinnert.

Die eben dargelegte Ansicht über die Natur des Schlafes erklärt auch manche andere Erscheinung ganz einfach und natürlich. Kinder, welche weit mehr mit der innern Oekonomie des Organismus als mit der Aussenwelt zu thun haben, schlafen viel und müssen viel schlafen, je mehr aber der innere Aufbau des Organismus vollendet ist, desto mehr wendet sich die Thätigkeit des Organismus der Aussenwelt zu, desto weniger wird geschlafen, desto mehr gewacht, daher im Mannesalter nicht mehr geschlafen wird als nöthig ist, um dem Organismus Ersatz für die im Wachen verbrauchten Stoffe und Kräfte zu gewähren, wozu 6 bis 7 Stunden ausreichen. Im Greisenalter, wo der Verkehr mit der Aussenwelt sich wieder verringert, im Innern des Organismus aber auch nicht viel mehr zu schaffen ist, wird oft geschlummert, aber nicht anhaltend und tief geschlafen. Die Frau, in ihrem ganzen Wesen mehr auf inneres Bilden als auf das Wirken nach aussen gewiesen, schläft mehr als der Mann. Aus unserer Ansicht über den Schlaf erklärt es sich ganz einfach, warum die Gegensätze zwischen Schlafen und Wachen desto schärfer ausgeprägt sind, je gesünder und kräftiger der Mensch ist, je mehr das Tagewerk den Körper anstrengt oder den Geist befriedigt. Der gesunde, arbeitsame, zufriedene Mensch hat einen tiefen er-

quickenden Schlaf und erfreut sich am Tage einer heitern Rührigkeit und Lust zur Arbeit, der kränkliche Mensch, der träge Müssiggänger und der mit sich Unzufriedene hat einen leisen, unruhigen, wenig stärkenden Schlaf und ist auch am Tage zu einem nicht stärkenden Halbschlafe geneigt. Eben darum tritt der ruhige Schlaf auch nur erst dann ein, wenn wir mit der Aussenwelt gleichsam abgeschlossen haben; beschäftigt uns eine grosse Sorge, eine freudige Erwartung oder auch eine Aufgabe der Wissenschaft recht lebhaft, so pflegt der Schlaf spät einzutreten und unruhig zu sein. — Nach vollbrachter Arbeit ist gut ruhen.

Ferner lässt sich recht leicht einsehen, warum bei hinlänglicher Nahrung die Kräfte nichts so leicht herabbringt als anhaltendes Nachtwachen. Ist doch das stete und anhaltende Verscheuchen des Schlafes ein sicheres Mittel, die wildesten Thiere zu bändigen. Doch nicht allein der Körper, auch der Geist wird bei andauernder Entziehung eines ruhigen Schlafes zerrüttet, es tritt oft ein Mittelzustand zwischen Schlaf und Wachen ein, der leicht in einen somnambülen Zustand und Schwäche des Geistes übergeht. Vergl. den von Ideler[1]) erzählten Fall.

Da im Schlafe besonders der innere Ersatz der Materie vor sich geht und die Ausscheidungen vorbereitet werden, so leuchtet ein, dass der Schlaf auch in Krankheiten eine wichtige Rolle spielen muss. Während des Schlafes bereiten sich die materiellen Krisen vor, treten auch wohl schon während seiner Dauer ein, und Nervenkrankheiten entscheiden sich oft ganz allein durch anhaltenden Schlaf und in den acuten Formen der Geisteskrankheiten wird ein ruhiger Schlaf als das erste und wichtigste Zeichen der Besserung angesehen. Der Schlaf ist also weit entfernt, das Bild oder der Bruder des Todes zu sein, er ist vielmehr die eine Seite der gesammten organischen Thätigkeit, das innere Leben des Organismus, im Gegensatze der andern Seite, der nach aussen gerichteten Thätigkeit.

Fragen wir darnach, durch welchen organischen Vorgang der Wechsel von Schlaf und Wachen veranlasst werde, so kann die Wissenschaft bis jetzt noch keine genügende Antwort darauf

---

1) Ideler, Biographieen Geisteskranker. Berlin 1841. p. 67.

geben, denn das, was man früher glaubte, dass eine Anhäufung des Blutes im Gehirne (Morgagni) oder eine Entleerung des Gehirns vom Blute (Haller) die Erscheinungen des Schlafes bedinge, hat jetzt nur noch geschichtlichen Werth. Nur so viel scheint angenommen werden zu können, dass durch die Thätigkeit nach aussen während des Wachens in dem peripherischen Theile des Nervensystems ein Verbrauch von Stoff und damit eine Erschöpfung in diesem Systeme eintritt, worauf die peripherische Innervation schwächer, aber nicht etwa aufgehoben wird, daher die Sinne sich zum Theil der Aussenwelt verschliessen und die Bewegungen nur mit Anstrengung erfolgen. Ob mit dieser Ansicht die Annahme einer gehemmten Strömung durch die centralen Endschlingen der Nerven-Primitivcylinder (Carus) vereinbar sei, wagen wir nicht zu entscheiden. Noch vergl. man den wichtigen Artikel „Schlaf" von Choulant in Pierer u. Choulant, Anat.-physiol. Realwörterbuch, VII.

§. 138.

Bei der Betrachtung des Zustandes des Einschlafens und Aufwachens erwähnten wir schon die Traumbilder, Schlummerbilder oder Hallucinationen. Dieselben sind meist farblose schattige Bilder und gewöhnlich mehr mathematischer, selten organischer Form, welche sich dem Auge des Einschlafenden darstellen. Sie beginnen meist mit dunklen wolkigen Flecken, die ihre Form oft ändern, in Lichtgestalten übergehen und dann als oft wechselnde mathematische Figuren oder farbige Bilder der verschiedensten Gestalt erscheinen. Sie sind nicht bloss in der Phantasie gebildet, sondern beruhen auf einer wirklichen Affection oder einem eigenthümlichen Zustande der Sinnesnerven, denn werden wir plötzlich aus dem Schlummer gerissen, so schweben uns diese Bilder noch vor den Augen, werden aber schwächer, bedecken die wirklich vorhandenen Gegenstände wie ein verschiedengestalteter oder auch bunt gefärbter Schleier, bis sie endlich ganz schwinden. Diese Schlummerbilder sind meist nur im Auge, selten ist, durch äussere Einflüsse veranlasst, im Ohre ein ihnen analoges Nachtönen u. s. w. bemerkt worden. Auch hier scheinen manche individuelle Verschiedenheiten Statt zu finden;

ich habe nie dergleichen Traumbilder gesehen, während mehrere meiner Freunde sie mir genau beschrieben haben.

Vergl. hierüber: Joh. Müller, Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen. Coblenz 1826. und Purkinje, Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Berlin 1825. II. 84.

§. 139.

Als wir oben das Verhalten der Seele während des Schlafes berührten, mussten wir auch schon im Allgemeinen der Träume gedenken und bemerkten dort, dass sie Bilder der Phantasie seien, welche die Seele zum Object ihrer Thätigkeit macht. Hier müssen wir die Träume noch etwas genauer betrachten und zuerst beifügen, dass nicht allein die Phantasie die Bilder und das Material des Traumes hergiebt, sondern dass die Gebilde der Phantasie auch durch Affectionen des Gemeingefühls und durch Sinneseindrücke geweckt und bestimmt werden können; bei Durst trinken wir und können uns doch nie sättigen, bei Krankheiten des Unterleibes oder vor dem Ausbruche acuter Krankheiten werden wir von ängstigenden Träumen gequält, der angenehme Geruch von Speisen erregt den Traum eines Gastmahles, der Geruch von Rauch den einer Feuersbrunst, das Anfassen bei der Hand den eines Kampfes mit Dieben u. s. w. Aus diesen Sinneseindrücken baut also die Phantasie ein beliebiges, aber doch denselben entsprechendes Bild auf und führt es der Seele vor. Berühren nun diese Bilder unsere Persönlichkeit sehr lebhaft, erregen sie uns grosse Freude oder tiefen Schmerz, so erinnern wir uns derselben gewöhnlich nach dem Erwachen, waren sie uns dagegen gleichgültig, so machen sie einen nur geringen Eindruck auf das Gedächtniss. Am leichtesten erinnern wir uns der Träume aus den Morgenstunden. Träume, welche nicht bloss der Phantasie, sondern auch dem Verstande angehören, sind oft sehr lebhaft und ausserordentlich klar. Wir freuen uns der gefundenen Wahrheit und wecken über diese Freude auf. In dem Momente des Erwachens steht auch der Traum noch deutlich vor uns, allein je mehr wir uns bemühen, denselben in seinen einzelnen Theilen festzuhalten, desto mehr zerrinnt er, es drängen sich Nebenbilder

dazwischen, bis er ganz schwindet und nur noch das angenehme Gefühl zurück bleibt, dass der Verstand durch die im Traume gefundene Wahrheit befriedigt war. So wie auf diese Weise die Welt des Traumes sich von der wirklichen Welt abschliesst, so geht nicht selten der Faden der Begebenheiten des Traumes aus einem Traume in den andern über, wir setzen den angefangenen Traum nach dem Aufwachen und Wiedereinschlafen fort, doch meistens nur in einer Nacht, selten in der folgenden.

Träume mit lautem Sprechen kommen bei jungen Leuten nicht selten vor und doch erinnern sie sich derselben am wenigsten, denn das laute Sprechen setzt schon einen lebhaften Traum in tiefem Schlafe voraus (im leisen Schlafe wachen wir darüber auf), wo also auch der Gegensatz von Schlaf und Wachen scharf ausgeprägt ist. Erstreckt sich der Einfluss des Geistes noch über die Sprachorgane hinaus, so erfolgen Bewegungen der Gliedmassen. Da aber dieser Einfluss auf die Muskeln im gesunden Zustande immer nur ein beschränkter ist, so sind auch jene Bewegungen nur unvollkommen, sind nur schwache Andeutungen der beabsichtigten Thätigkeit. Nicht selten fühlen wir auch diese Schwerbeweglichkeit der Gliedmassen im Traume, die Phantasie schafft daraus sogleich ein Bild, z. B. wir bemühen uns zu entfliehen, kommen aber nicht von der Stelle, wir kämpfen und ringen, aber ohne den geringsten Erfolg u. s. w. Wird aber der Einfluss auf das peripherische Nervensystem freier, so erfolgen auch im Traume vollkommen ausgeführte Bewegungen. Wir setzen uns im Bette auf, stehen auf, gehen herum, vollbringen eine ganze Reihenfolge von Handlungen, richten uns dabei nach den etwa vorkommenden Hindernissen und suchen sie zu beseitigen. Dieser Zustand wird Traumwandel, Nachtwandel, Schlafwandel, Somnambulismus, Noctambulismus, und da der Mond von unleugbarem Einflusse auf die Anfälle dieses Zustandes ist, Mondsucht, Selenogamie genannt und gehört in seinen höhern Graden in das Bereich der Krankheit. Niedere Grade kommen bei jungen ganz gesunden Männern nicht so selten vor. Im Schlafwandel werden meist nur die gewöhnten oder doch im wachen Zustande erlernten Verrichtungen, oder auch solche ausgeführt, zu denen das Indivi-

duum von Natur Lust und Neigung hat. Der Traumwandler nimmt zwar in seinem Gedächtnisse die Eindrücke und Erfahrungen der wirklichen Welt mit in die Traumwelt hinüber, hat aber im Wachen keine Erinnerung seiner Träume, eben so wenig wie von den im gesunden und tiefen Schlafe die Seele beschäftigenden Phantasieen, ja er kann noch weniger eine solche Erinnerung haben, da im Traumwandel der innere Mensch von der äussern Natur möglichst abgeschlossen ist und nur eine Communication Statt zu finden scheint, nämlich die durch den Gegenstand des Traumes selbst. Diesem Gegenstande wendet sich aber die ganze Seele des Traumwandlers zu, die ganze übrige Welt ist für ihn nicht vorhanden; so kommt es denn auch, dass bei seinen Unternehmungen ihn kein Gedanke von Gefahr schrecken, keine fremden Bilder der Phantasie, keine Zweifel sich einmischen können. Nur aus dieser einseitigen, aber durchaus von nichts gestörten Richtung körperlicher und geistiger Thätigkeit ist es zu erklären, wenn derartige Kranke, ohne zu straucheln oder zu fallen, mit einer oft bewundernswürdigen Ruhe und Sicherheit auf die gefährlichsten Höhen klettern und gehen, oder wenn sie mit einer sonst nicht gewohnten Reinheit der Sprache und ungewöhnlichem Schwunge der Phantasie sprechen und schreiben. — Von allen diesen im Traumwandel vorgenommenen Handlungen hat der Kranke nach dem Erwachen keine Erinnerung, wohl aber im nächsten Anfalle. Eine Kranke, welche während eines Traumwandels ihr Hemd an eine Dachsparre gehangen hatte, wo es Niemand erlangen konnte, holte es im nächsten Anfalle wieder [Ideler[1])], und unser allverehrter Veteran Burdach, der in seiner Jugend selbst an einem niedern Grade dieses Zustandes gelitten hat, erzählt[2]) den Fall einer Frau, welche im Nachtwandel auf dem Dache der Kirche sich den Fussballen verletzte, im Wachen die Ursache der Verletzung nicht kannte, im nächsten Traume aber den ganzen Vorfall genau erzählte.

Zu dem Traumwandel prädisponirt das jugendliche Alter, zu den niedern Graden das männliche, zu den höhern Graden das

---

1) Ideler, Biographieen Geisteskranker. 71. — 2) Burdach, Die Physiologie. III. 501.

weibliche Geschlecht und, wie es scheint, das Schlafen im hellen Mondschein (Ideler). Die Anfälle treten periodisch ein und scheinen unter dem besondern Einflusse des Mondes zu stehen, denn der Vollmond ist es besonders, der diese Kranken zu ihren gefährlichen Wanderungen ruft, dessen helles Licht sie auch so viel als möglich suchen.

Müssen wir vorerst zugestehen, dass das Wachen dem Individuellen und Besondern entspricht, dass wir eben nur im Wachen das Besondere ausser uns wahrnehmen und das Individuelle in uns entwickeln können, so werden wir im Schlafleben auch das mehr Allgemeine erkennen müssen. Im Schlafe verwischt sich das Individuelle auf einige Zeit. Haben doch die Schlafenden gleichen Alters äusserlich fast so viel Aehnlichkeit mit einander als die Neugebornen. Bei Erstern ist die Individualität aufgegeben, bei Letztern noch nicht entwickelt. Wilde Menschen, noch im geistigen Schlafe Befangene sehen einander sehr ähnlich. Entspricht aber der Schlaf mehr dem Allgemeinen, dem blossen Bilden, so wird der Schlafende auch für gewisse allgemeine Potenzen eine Empfänglichkeit zeigen können, die wir am Wachenden vergebens suchen. Da es aber erwiesen ist, dass der Mond als eine solche allgemeine Potenz nicht allein auf den vegetativen Process, der besonders im Schlafe vorherrscht, sondern auch auf gewisse Nervenkrankheiten, z. B. Epilepsie u. s. w., den grössten Einfluss hat [Schweig]*), so ist auch einigermassen einzusehen, wie er einen so gewaltigen Einfluss auf das ganze Nachtleben ausüben, wie er dasselbe unter gewissen, allerdings noch nicht näher bekannten Verhältnissen zum Schlafwandel steigern kann.

Dass bei dieser Richtung der organischen Thätigkeit auf die innersten Vorgänge des eignen Körpers auch manche krankhafte Zustände desselben im Schlafwandel erkannt und ausgesprochen werden können, die im wachen Zustande, wegen der zahllosen

*) Ein mir nahe verwandter, gesunder Knabe von 14 Jahren leidet seit seiner frühesten Kindheit an Krampfzufällen, welche seit einigen Jahren in einen Zustand zwischen Epilepsie und Schlafwandel übergegangen sind und ihre Anfälle allemal zur Zeit des Vollmondes machen.

den Geist und das Nervensystem berührenden Eindrücke, nicht wahrgenommen werden können, lässt sich wohl glauben, allein sobald sich Angaben über den Zustand fremder oder gar entfernter Personen einmischen, so ist entweder Betrug oder Selbsttäuschung im Spiele.

In der Ansicht also, dass der Schlaf nicht ein allgemeiner Zustand des Gesammtorganismus sei und dass dessen Wesen nicht in Ruhe und Unthätigkeit bestehe, sondern dass er dem Wachen entgegengesetzt sei, wie die Nacht dem Tage, wie das innere Schaffen dem äussern Wirken (Choulant), konnten wir den Schlüssel zur theilweisen Enträthselung manches dunklen Vorganges finden.

§. 140.

Das ganze Leben ist in steter Entwickelung begriffen, welche Entwickelung zu gewissen Zeiten sich deutlicher, zu andern weniger deutlich markirt; dadurch werden gewisse Lebensabschnitte, Lebensperioden abgegrenzt. In der Bestimmung dieser Grenzen ist man allerdings sehr verschieden verfahren. Die allgemeinste Abtheilung ist nun: in Anfang, Wachsthum, Höhe, Abnahme und Ende der Lebenserscheinungen, oder Geburt, Jugend, Mannesalter, Greisenalter und Tod. Da nun diese Abschnitte des Lebens, besonders der Jugend, mehrere kleinere deutlich markirte Unterabtheilungen haben, so suchte man Zahlen, nach denen man nicht allein die Jugend, sondern auch das ganze Leben in scharf begrenzte Abschnitte bringen könnte. Dieses gelang noch am besten mit der Zahl 7 für die Jugendzeit. Das Ende der ersten 7 Jahre ist durch den Zahnwechsel, das Ende der ersten 14 Jahre durch den Anfang der Pubertätsentwickelung und das Ende der ersten 20 Jahre durch die vollendete Geschlechtsreife ausgezeichnet. Allein man sieht, die Begrenzung des letzten Abschnittes passt nicht für das weibliche Geschlecht, denn mit vollendetem 21sten Jahre haben sehr viele Frauen schon einigemal geboren; noch weniger gilt diese Abgrenzung in warmen Climaten, und in spätern Lebensperioden fällt die 7 auf ganz bedeutungslose Jahre. Die noch am meisten der Natur und dem Laufe des Lebens entsprechenden Periodenabtheilungen sind die

von Burdach und die von Carus gegebenen. Burdach[1]) geht von dem ganz richtigen Gesichtspunkte aus, dass das Leben in der ersten Zeit viel rascher verläuft und dass die auffälligen Veränderungen einander viel näher liegen als in der spätern, dass also der für die erste Lebensperiode passende Maasstab sich in den spätern doppelt oder dreifach u. s. w. wieder finden muss. Als erster Maasstab wird das Fruchtleben genommen, dessen Element die vierwöchentliche Periode ist. Dieses Fruchtleben oder das erste Lebensalter besteht aus $10 \times 4 = 40$ Wochen. Die Kindheit oder das zweite Lebensalter enthält die zweite Potenz vom vorigen, also $4 \times 10^2 = 400$ Wochen $= 7$ Jahre 34 Wochen; in das achte Jahr fällt der Zahnwechsel als natürliches Grenzmerkmal zwischen erster und zweiter Jugend. Die Jugend oder das dritte Lebensalter enthält nicht eine Potenzirung, sondern nur eine Vermehrung des ersten Stadium oder der Kindheit, nämlich $2 \times 10^2 \times 4 = 800$ Wochen, reicht also bis zum Schlusse des 23sten Jahres. Dieses Lebensalter zerfällt wieder in zwei Abschnitte, jeder von 400 Wochen; der erste Abschnitt oder die erste Jugend reicht demnach bis in das 16te Jahr, wo die Zeugungskraft erwacht, deren Reifung bis in das 23ste Jahr dauert. Das vierte Lebensalter muss drei der hier angenommenen Stadien enthalten, also $3 \times 10^2 \times 4 = 1200$ Wochen, also bis gegen das Ende des 46sten Jahres reichen, wo die Zeugungsthätigkeit aufhört. Das fünfte Lebensalter wird aber vier Stadien, also $4 \times 10^2 \times 4 = 1600$ Wochen einschliessen. Das ganze Leben würde also nach dieser Norm 76 Jahre 3 Wochen enthalten, nämlich

1) Fruchtleben	10×4 Wochen	$=$	40 Wochen.
2) Kindesalter	$10^2 \times 4$ Wochen	$=$	400 „
3) Jugendalter	$2 \times 10^2 \times 4$ Wochen	$=$	800 „
4) Mannesalter	$3 \times 10^2 \times 4$ „	$=$	1200 „
5) Greisenalter	$10 \times 10^2 \times 4$ „	$=$	1600 „
		Summa	3410 Wochen.

Carus[2]) theilt das ganze Leben zuerst in drei Hauptperioden:

---

1) Burdach, Die Physiologie. III. 758. — 2) Carus, System der Physiologie. I. 288.

erste Periode, latentes Leben, d. i. Entstehung, Reife und Vernichtung des Eies, als solches, durch Dehiscenz des Keimbläschens; zweite Periode, Fötalleben, d. i. Entstehung, Reife und Vernichtetwerden des Fötalmenschen durch Dehiscenz und Absterben der Hüllen; dritte Periode, das eigentliche Menschenleben, d. i. Geburt, Reife und Vernichtung des Menschen durch den Tod. Von diesen drei Perioden hat nur die zweite eine bestimmte Dauer, nämlich 10 Mondumläufe, die erste dagegen gewöhnlich 10 bis 3 × 10 Erdumläufe und die dritte 3 bis 10 × 10 Erdumläufe = 100 Jahre. Diese dritte grosse Periode oder die des eigentlichen Menschenlebens zerfällt in das Säuglingsalter = 10 Mondumläufe, in die Jugend = 2 × 10 × 10 Mondumläufe und in das zur Freiheit reifende Alter = 8 oder 9 × 10 Erdumläufe, oder in die Jugend = 10 Erdumläufe, reifes Alter = 2 bis 3 × 10 Erdumläufe und Greisenalter = 3 bis 4 × 10 Erdumläufe.

Auch an diesen beiden Eintheilungen sehen wir, dass das Abtrennen der Lebensepochen nach bestimmten Jahren stets auf Inconsequenzen stossen muss, denn abgesehen davon, dass das weibliche Geschlecht schon im Allgemeinen sich rascher entwickelt als das männliche, folglich eine solche Abgrenzung nach Jahren immer nur auf die eine Hälfte des ganzen Menschengeschlechts passt, so passt sie noch weniger, wenn wir die gegen den Aequator wohnenden Volksstämme mit berücksichtigen wollen, wie wir aber doch thun müssen, wenn wir allgemein gültige Gesetze aufstellen wollen, oder wir müssen uns mit sehr schwankenden, ganz ungefähren Bestimmungen begnügen.

Besser und auf alle Individuen anwendbar scheint es dem Verfasser dieses, gewisse Erscheinungen im Leben aufzusuchen, welche die einzelnen Abschnitte begrenzen. Hat man doch in der gerichtlichen Medicin die Schwierigkeit, die Geschlechtsreife, die Zurechnungsfähigkeit u. s. w. nach Jahren zu bestimmen, längst gefühlt und betrachtet jetzt, um ein wohl begründetes Urtheil abzugeben, mehr den Zustand des ganzen Organismus als die Zahl der Lebensjahre. Aehnlich verhält es sich in der Kriegsarzneikunde, wo zwar im Allgemeinen ein gewisses Alter als militärpflichtig angesehen wird, allein jedem Militärarzte kommen

bei jeder Rekrutenaushebung junge Mannschaften von dem gesetzlichen Alter vor, bei denen er gerechtes Bedenken tragen muss, sie als tüchtig anzuerkennen, da ihre körperliche Entwickelung noch zu weit zurück ist. — Es kann aber auch nicht anders sein, der Organismus läuft nicht wie eine Uhr ab, die Erscheinungen des Lebens hängen von zu mannigfaltigen Umständen ab, als dass die Jahre oder die Zeit allein ihren Wechsel bestimmen sollten. Clima, Lebensweise und Alter der Eltern zur Zeit der Zeugung, Erziehung, Temperament, Constitution, eigne Lebensweise und eine Menge anderer zufälliger Umstände wirken bestimmend auf die Lebensepochen ein.

Suchen wir jetzt nach allgemeinen bei jedem Individuum eintretenden Erscheinungen, um darnach, unbekümmert um die Jahre, die Lebensabschnitte zu begrenzen. Man kann die Abschnitte des Lebens wohl nicht eher als mit dem manifesten Leben beginnen, denn das Eileben oder latente Leben ist zu unbegrenzt, auch kann man das Ei eben so gut für einen Gewebtheil des mütterlichen Körpers als für den Anfang eines neuen Individuum ansehen. Die erste Periode des manifesten Lebens beginnt unstreitig mit der Conception, wo unter dem Zutritte des männlichen Saamens die selbstständige Entwickelung eines neuen Individuum aus dem Eie innerhalb der Mutter beginnt (Fötalalter). Diese Periode endigt mit der Geburt, wo die Entwickelung so weit vorgeschritten ist, dass das Leben nicht mehr in der Mutter, sondern ausserhalb derselben fortgeführt werden kann. Die zweite Lebensperiode beginnt mit der Geburt. Wurde dem Fötus seine Nahrung schon vollkommen vorbereitet zugeführt, erhielt er ein wenig verändertes Plasma, aus dem er nur durch Zellenentwickelung und Metamorphose der Zellen seinen Körper aufbaute, so erhält der Neugeborene zwar auch eine vorbereitete Nahrung, aber sie ist nicht mehr Plasma, sondern Milch. Das ist das Säuglingsalter, welches der Mensch an der Mutterbrust vollbringt. Die dritte Periode beginnt, sobald der Körper so weit entwickelt ist, dass er nicht allein feste Nahrung verträgt, sondern deren auch bedarf. Als äusseres Zeichen dieser Reife ist der Ausbruch der ersten Zähne im neunten oder zehnten Lebensmonate zu betrachten. Das Kind verlässt

der Mutter Brust und lebt in der Familie, seine Entwickelung erfolgt nun ohne besonders auffällige Erscheinungen bis zum Beginnen und ersten Regen der Geschlechtsreife, und damit ist das Kindesalter geschlossen. — Die vierte Periode des Lebens beginnt mit dem ersten Regen des Geschlechtslebens, und als Zeichen dieser im Innern vorgehenden Veränderungen sehen wir in beiden Geschlechtern eine jetzt auftretende rasche Ausbildung der Geschlechtstheile, das Hervorbrechen der Schamhaare, bei dem weiblichen Geschlechte noch das Eintreten der Menstruation und bei dem männlichen das Hervorwachsen des Bartes und die Veränderung der Stimme. Damit hat das Jünglingsalter begonnen, welches in somatischer und physischer Hinsicht nur eine Vorbereitung für das folgende ist. Die Jungfrau entwickelt ihre Schönheit und Anmuth und bereitet sich unter Anleitung der Mutter und der Lehrer zu ihrem künftigen Berufe als Hausfrau und Mutter vor. Der Jüngling erwirbt sich Kenntnisse und Geschick für seinen künftigen Beruf. Dieses Lebensalter wird also im elterlichen Hause oder ausserhalb desselben, aber stets noch unter Aufsicht, also an der Familie durchgelebt. — Die fünfte Periode beginnt mit vollendeter Geschlechtsreife, vollendeter Ausbildung des individuellen Organismus überhaupt. Es ist das Alter der Thätigkeit und Kraft. Das Weib entwickelt seine Schönheit und Anmuth, der Mann seine Kraft und Würde zur höchsten Vollendung. Der Aufbau des individuellen Organismus ist vollbracht, die Thätigkeit wendet sich also dem Leben der Gattung zu. Das Weib verlässt als Braut das elterliche Haus, um selbstständig Beruf und Pflicht der Hausfrau und Mutter zu erfüllen. Der junge Mann hat seine Kraft geübt, er soll und kann sie nun nicht allein zum eignen Nutzen, sondern zum Vortheile der ganzen Menschheit anwenden, er tritt aus den engen Kreisen der Familie und der Lehrer heraus in den grossen Verband des Staates. Im Mannesalter lebt der Mensch im Staate. Die Dauer dieser Periode ist verschieden. Je reger und thätiger der Geist, je zweckmässiger geübt der Körper, je weniger heftige Leidenschaften Körper und Geist zerrütteten, desto länger dauert diese Periode. Die Erfahrung lehrt, dass der Mensch von übrigens guter Constitution mit Eifer

für Thätigkeit und Wirken im vielbewegten Leben später altert als der der Welt nichts nutzende Faulenzer. Das Ende dieser Periode ist bezeichnet beim weiblichen Geschlechte durch das Aufhören der Menstruation, beim männlichen Geschlechte ist keine so scharfe Grenze gezogen, da es Beispiele genug giebt, wo Männer von 60 Jahren und darüber ihre Zeugungsfähigkeit noch bewahrten und dann auch noch in anderer Beziehung für ihre Mitmenschen wirken konnten. — Die sechste Periode. In dieser geht die Natur haushälterisch mit Kräften und Säften um, es wird kein Ueberschuss mehr bereitet, daher schweigt das Leben für die Gattung, das Geschlechtsleben, und eben darum tritt auch in anderer Beziehung die Thätigkeit für die Gattung zurück. Die Matrone lebt zurückgezogen, sie kann nichts mehr für die Welt thun, sie lebt nur in ihren Kindern und Enkeln wieder auf, sie kann nicht mehr mit der Kraft des Körpers dem Hauswesen vorstehen, nur mit erfahrenem Rathe kann sie der Tochter an die Hand gehen. Der Greis ist nicht mehr für das rege Leben des Staates, seine Körperkraft reicht nicht mehr aus, die damit verbundenen Beschwerden zu ertragen. Der Geist dagegen, durch Schicksal und Erfahrung gereift, sieht jetzt, da die Stimme der Leidenschaften schweigt, schärfer, der Charakter des Greises ist Weisheit, daher schufen die Römer für ihn eine eigne Würde im Staate (die sehr modificirt auf uns übergegangen ist), wo er nicht durch körperliche Kraft, sondern durch erfahrenen Rath dienen kann, die der Senatoren. Der Greis lebt daher nicht im wilden Treiben der Welt, dessen Nichtigkeit er erkannt hat, sondern, wenn ich so sagen darf, nach seinen Verhältnissen im Senate des Staates, der Stadt, der Gemeinde und der Familie. So will es die Natur. — Erreicht der Mensch das höchste Lebensziel, so durchlebt er noch eine, die letzte oder siebente Periode, die des Urgreisenalters. Die Kräfte des Greises nehmen immer mehr und mehr ab, die Vegetation sinkt, die Sinne werden stumpf, die Muskeln so schlaff und kraftlos, dass sie nur mit Anstrengung den eignen Körper den ganzen Tag über tragen und halten können. Mit der Stumpfheit der Sinne und der geringen Empfänglichkeit des Nervensystems hört auch das längst geschwächte Vermögen, Neues zu lernen, sich mit neuen Ideen zu befreunden,

ganz auf, die Wissenschaft, Kunst, Industrie und Politik gehen aber stets vorwärts, der Urgreis kann dem nicht folgen, er entfremdet sich also der Welt, der grösste Theil der gleichgesinnten Zeitgenossen ist schon vor ihm von der Welt geschieden, der Geist findet keine Nahrung, keine Befriedigung in der Welt mehr, er zieht sich daher von allen Geschäften, von aller Berührung mit der Welt zurück, und war sonst das bisher geführte Leben ein nützliches, ein segensreiches, so blickt der Greis mit Ruhe und Zufriedenheit auf das vollbrachte Tagewerk zurück, sein Geist erlangt die erhabenste Richtung, er wendet sich der Betrachtung über Gott und Ewigkeit fast ausschliesslich zu. So ist diese Periode eine natürliche Vorbereitung auf den Tod, den der Urgreis nicht allein mit Ruhe, sondern oft mit Sehnsucht erwartet und der ihm nur ein sanftes Lösen längst aufgelockerter Banden, nicht aber ein gewaltsames Zerreissen werther und geliebter Verbindungen ist. Der Urgreis lebt also allein und sein Ziel ist der Tod.

Mit wenigen Worten wollen wir noch einmal einen Ueberblick der Lebensabschnitte zu geben versuchen:

1. Periode: der Embryo lebt in der Mutter,
2. „ der Säugling lebt an der Mutter,
3. „ das Kind lebt in der Familie,
4. „ der Jüngling lebt an der Familie,
5. „ der Mann lebt in dem Staate,
6. „ der Greis lebt an dem Staate,
7. „ der Urgreis löst sich von Allem ab und lebt allein.

Diese Art der Abgrenzung der Lebensabschnitte hat auch noch das für sich, dass sie das eigentlich Menschliche im Menschen, den Zweck seines Daseins, möglichst berücksichtigt.

Eine speciellere Darstellung der einzelnen Lebensabschnitte setzt eine genauere Kenntniss der einzelnen Lebenserscheinungen voraus, sie wird daher erst im speciellen Theile als Entwickelungsgeschichte folgen.

§. 141.

Ausser dem durch die einzelnen Lebensperioden bedingten Unterschiede in den Lebenserscheinungen des einzelnen Menschen

trägt Jeder noch einen eignen Charakter des Lebens an sich, nach welchem er durch alle drei Sphären der Lebenserscheinungen die Aussendinge etwas anders auffasst und gegen dieselben anders reagirt als viele seiner Mitmenschen. Nimmt man gleichmässig auf körperliche und geistige Unterschiede (die aber noch ganz innerhalb der Breite der Gesundheit liegen) Rücksicht, so bezeichnet man diese mit dem Namen der Temperamente. Beachtet man dagegen mehr die körperliche Beschaffenheit des Menschen und das etwa an ihm vorkommende einseitige Vorherrschen eines oder des andern Systems, so erhält man den Begriff der Constitution. Berücksichtigt man endlich vorzugsweise die äussere Form des Körpers, insofern dieser besonders nach einer Seite hin entwickelt oder beschränkt ist, so kommt man zu dem Begriffe des Habitus. Neigte sich schon die Constitution durch das einseitige Vorherrschen eines oder des andern Systems zur krankhaften Anlage, so ist der Habitus oft schon der Ausdruck einer fehlerhaften Richtung der Bildungsthätigkeit im Körper.

§. 142.

Temperamente werden seit den ältesten Zeiten gewöhnlich vier angenommen, jedoch hat sich der frühere Begriff sehr verändert. Man bezeichnete sonst, wie ihre heutigen Namen noch zeigen, damit das Vorherrschen gewisser Säfte im Körper, besonders des Blutes, des Schleimes, der gelben und der schwarzen Galle, und nannte sie demgemäss das sanguinische, das phlegmatische, das cholerische und das melancholische Temperament. Jetzt bezeichnet man mit diesen Ausdrücken das eigenthümliche Verhältniss zwischen Reizbarkeit und Reactionsvermögen. Es können daher nur vier Temperamente möglich sein:

das cholerische mit sehr empfänglicher Reizbarkeit und kräftigem Reactionsvermögen,

das phlegmatische mit wenig empfänglicher Reizbarkeit und schwachem Reactionsvermögen,

das sanguinische mit sehr empfänglicher Reizbarkeit und schwachem Reactionsvermögen,

das melancholische mit wenig empfänglicher Reizbarkeit und kräftigem Reactionsvermögen.

Das cholerische, heftige, auch hitzige Temperament zeichnet sich also durch rege Empfänglichkeit für äussere Reize und kräftiges Reactionsvermögen aus. In der vegetativen Sphäre finden wir hier eine reichliche Blutbildung, einen vollen grossen Puls und eine Neigung zu reichlicher Gallenbereitung; in der animalen Sphäre sehr reges Gemeingefühl und scharfe Sinne, die Bewegungen, so wie alles Handeln sind rasch, kräftig und ausdauernd. In der humanen Sphäre treffen wir meistens auf einen scharfen Verstand, welcher rasch und leicht auffasst, daher von Cholerischen, bei sonst guten Anlagen, in Wissenschaft, Kunst und Gewerbe viel geleistet wird, besonders da sie noch durch Ehrgeiz und Stolz zur Thätigkeit angespornt werden. Der Wille ist kräftig, aufbrausend, oft despotisch und ruht nicht eher, als bis er sein Ziel erreicht hat. Alle Gemüthsbewegungen sind heftig, die Freude steigert sich leicht zur Exstase, der Zorn zur Wuth, die Leidenschaften reissen die bessere Einsicht des Verstandes und den Willen mit fort. So wie auf der einen Seite Eifersucht, Rachsucht, Herrschsucht u. s. w. bei dem Cholerischen leicht eine gefährliche Höhe erreichen, so ist derselbe auf der andern Seite auch der hingebendsten, Alles aufopfernden Freundschaft und Liebe fähig. Bei dieser grossen Reizbarkeit kann es nicht fehlen, dass ungewöhnliche Veranlassungen auch die heftigsten Stürme im körperlichen und geistigen Befinden erregen. Heftige Fieberbewegungen, rascher und günstiger Verlauf in Krankheiten sind dem Cholerischen eben so eigen, als bei ungezügelter Leidenschaftlichkeit sich die Neigung zum Zorn leicht zur Wuth steigert, von welcher dann nur ein kleiner Schritt zur Raserei übrig ist. Aeusserlich zeichnet sich der Cholerische durch kräftigen Knochen- und Muskelbau, dunkle Farbe der Haut, der Augen und der Haare mit wenig Neigung zur Fettbildung aus. Im Gange, in der Haltung und in der Sprache drückt sich meistens Festigkeit und Kraft aus. Das cholerische Temperament kommt am häufigsten im Süden der gemässigten Zone vor (Italiener, Spanier).

Das phlegmatische, träge, kalte Temperament erscheint als directer Gegensatz des cholerischen. In den vegetativen Functionen besteht eine weniger rege Blutbildung, der

Puls ist weich, unter den Absonderungen bekommt weit leichter der Schleim als die Galle ein krankhaftes Uebergewicht. In der animalen Sphäre treffen wir auf weniger scharfe Sinne, überhaupt auf geringere Empfindlichkeit des Nervensystems, daher die Aussendinge nicht scharf, noch weniger rasch in einem Ueberblicke wahrgenommen werden. Das Reactionsvermögen ist schwach und ohne Ausdauer, denn bei der etwas tief stehenden Blutbereitung ist die Bildung und Ernährung der Muskeln schlaff und weich, alle Bewegung und Sprache ist langsam. Im geistigen Leben herrscht eine gewisse Ruhe, die durch gewöhnliche Ereignisse nicht gestört wird, daher Affecte und Leidenschaften nicht heftig sind und der Verstand, mit einer oberflächlichen Erkenntniss der Dinge zufrieden, tiefere Studien nur bei äussern Veranlassungen treibt. Der Wille des Phlegmatischen ist schwach, gefasste Beschlüsse werden bei Widerspruch oder Hindernissen in der Ausführung leicht aufgegeben. Der Phlegmatische liebt ein ruhiges gleichmässiges Leben, welches von dem Wechsel der Verhältnisse wenig berührt wird, wo er mit Ruhe und Pünktlichkeit die nicht viel wechselnden Geschäfte vollbringt, er ist daher ein guter Geschäftsmann in untergeordneten Verhältnissen. Dieses Temperament wird zwar von äussern Schädlichkeiten wenig afficirt, erkrankt daher auch nicht so leicht, allein in wirklich ausgebrochener Krankheit ist der Verlauf nicht stürmisch, sondern mehr langsam und es fehlt leicht an guten Crisen. In seiner äussern Erscheinung zeigt der phlegmatische Mensch wenig gefärbte Haut, blaue Augen, blonde Haare, schlaffe Muskeln, Neigung zur Fettbildung, Haltung und Bewegung ist ohne Ausdruck und Energie. Das phlegmatische Temperament entwickelt sich am häufigsten in niedern feuchten Gegenden, England, Holland.

Das sanguinische, flüchtige, leicht bewegliche Temperament ist für äussere Einflüsse sehr empfänglich, reagirt rasch, aber ohne Ausdauer und Kraft gegen dieselben. Körperlich zeigen die Sanguiniker meist eine zarte Organisation, ohne dass man in der vegetativen Sphäre das Vorherrschen der einen oder der andern Flüssigkeit annehmen könnte; in der animalen Sphäre sind sie mit scharfen Sinnen und leicht beweglichem Muskelsysteme begabt. Geistig ist ein leichtes Auffassen, rasches,

treffendes Urtheil, aber keine Neigung zu tiefen langdauernden Forschungen diesem Temperamente eigen. Das Gemüth ist leicht auzuregen, daher die Leidenschaften rasch auflodern, sich aber eben so schnell wieder beruhigen. Solche Menschen sind daher leicht zu beleidigen, aber eben so leicht wieder zu versöhnen. Die rasch gefassten Entschlüsse wechseln oft. Heitere Stimmung und angenehmer Umgang im geselligen Leben zeichnen den Sanguiniker vortheilhaft aus. Bei der angegebenen Stimmung der gesammten Organisation ist es erklärlich, dass derselbe leicht erkrankt, geringeres Unwohlsein leicht überwindet und dass es ihm in schweren Krankheiten oft an der nöthigen Energie zum glücklichen Ueberwinden derselben fehlt. Aeusserlich zeigen die Sanguiniker meistens eine zarte schlanke Gestalt, empfehlenden Ausdruck im Gesichte und leichte angenehme Bewegungen. Sie sind angenehme Gesellschafter, aber wenig zuverlässige Freunde und Geschäftsleute.

Das *melancholische, feste oder schwerblütige Temperament* ist nicht leicht anzuregen, die gewöhnlichen äussern Einflüsse gehen ohne besondere Wirkung an ihm vorüber, das Wirkungsvermögen ist aber kräftig und von Ausdauer. In der Bildungssphäre finden wir im Allgemeinen einen kräftigen Bau, scharf ausgeprägte Gewebe, daher feste Muskeln, feste elastische Haut u. s. w. In der animalen Sphäre sind die Sinne nicht gerade ausgezeichnet scharf, da aber diesem Temperamente Beständigkeit und Ausdauer eigen ist, so erlangen sie, wenn es der Beruf fordert, durch verständige Uebung bald eine gewisse Vollkommenheit. Im Muskelsysteme spricht sich durch Haltung, Bewegung und Sprache Kraft und Festigkeit aus. In geistiger Beziehung operirt dieses Temperament zwar nicht rasch, aber mit Bedächtigkeit und Ausdauer, daher ihm zwar weniger ein rascher Ueberblick, mehr ein ruhiges Ueberlegen, tiefes Denken und Verfolgen des aufgefassten Gegenstandes eigen ist. Das Urtheil ist daher nicht voreilig absprechend, sondern wohl überlegt. Das Handeln ist nicht rasch, wird aber mit Ausdauer, selbst mit Hartnäckigkeit durchgeführt, Schwierigkeiten und Hindernisse werden daher nicht gescheut, sondern oft überwunden. Kleinigkeiten beleidigen den Melancholiker nicht, aber einmal

verletzt kocht er Rache und ruht nicht eher, als bis diese befriedigt ist. Derselbe ist der grössten körperlichen und geistigen Anstrengungen fähig und vermag dadurch, bei guten Talenten, ohne gerade Genie zu sein, so wie durch festen unbeugsamen Willen in Wissenschaft, Kunst und Politik Grosses zu vollbringen. Der Melancholiker erfreut sich meist einer ungetrübten Gesundheit und in Erkrankungsfällen einer kräftigen Naturhülfe. Aeusserlich spricht sich dieses Temperament durch einen mehr gedrungenen und kräftigen als schlanken Bau, dunklen Teint, festen ruhigen Gang und kraftvolle Haltung aus.

Nach dieser kurzen Schilderung der Temperamente ist nur noch zu bemerken, dass dieselben eben so selten rein und ungetrübt als eine im Compendium beschriebene *Species morbi* vorkommen. Am schärfsten findet man sie noch bei Männern mittlern Lebensalters ausgeprägt, bei Frauen und Kindern ist die Individualität überhaupt weniger scharf gezeichnet und bei ältern Männern hat das Alter des Körpers und die Erfahrung des Geistes die Ecken des Temperaments etwas abgeschliffen. Das Temperament ist aber nicht solchen Veränderungen unterworfen wie die Constitution, welche sich im Laufe des Lebens, als mehr von äussern Einflüssen abhängig, leichter ändert. Bei alledem wird aber die Wirkung des Temperaments durch Erziehung, Lebensart u. s. w. sehr modificirt, und bei jedem derselben ist eine freie allseitige Entwickelung des Körpers und Geistes recht wohl möglich. So gut wie der Cholerische mit einer durch Bildung und Uebung erlangten Herrschaft des Verstandes seine heftigen Leidenschaften zu zähmen vermag, so gut wird der durch Kenntniss und Erfahrung gereifte Melancholiker die Starrheit seines Willens beugen, der Phlegmatiker eine die Gewerbe, Künste und Wissenschaften fördernde Thätigkeit entwickeln und der Sanguiniker sich andauernden Arbeiten und Forschungen hingeben. Wir müssen in dem Temperamente nur den Charakter des Lebens, eine ursprünglich gegebene Richtung aller Lebenserscheinungen erkennen, bei welcher aber eine vollkommen freie und allseitige Entwickelung möglich ist.

§. 143.

Die individuelle Constitution, Körperconstitution bezieht sich durchaus nur auf das Körperliche und drückt

ein bestimmtes Verhältniss der Systeme und Organe zu einander aus. Bei einer mehr gleichmässigen Entwickelung der allgemein verbreiteten Systeme unterscheidet man die robuste und die schwächliche Constitution, und nach dem Vorherrschen eines oder des andern Systems die arterielle, die venöse, die lymphatische, die nervöse und die torpide Constitution.

Die starke, robuste, kräftige, auch wohl athletische Constitution zeigt bei reger Vegetation überhaupt eine kräftige Respiration und gute Ausbildung des Blut- und Muskelsystems. Der Körperbau ist derb, kräftig, bisweilen über gewöhnliche Grösse hinausragend. Als allgemeine äussere Zeichen einer kräftigen Constitution gelten: eine behaarte, dunkel gefärbte, elastische Haut, die, in eine Falte erhoben, sich alsbald wieder ausgleicht, starke Knochen, so wie feste hart anzufühlende Muskeln, ein etwas grosser, stark mit Haaren bedeckter Kopf, welcher fest und aufrecht getragen wird, helle, lebendige Augen, eine mehr grosse als kleine Nase, vollzählige weisse und feste Zähne, rothes festes Zahnfleisch, starker breiter Nacken, stark gewölbte breite Brust, breite Schultern, ruhiges tiefes Athemholen, breiter fleischiger Rücken, weicher geschmeidiger Bauch, gut entwickelte und reichlich behaarte Geschlechtstheile und ein starker, voller, nicht frequenter und nicht leicht veränderlicher Puls. Diese Constitution ist gegen äussere Einflüsse wenig empfindlich, reagirt aber kräftig, begründet wenig Krankheitsanlage, macht aber in Krankheiten leicht gefährliche Stürme im Gefässsysteme.

Die schwächliche, floride Constitution ist der vorigen entgegengesetzt, zeigt bei geringer Vegetationsthätigkeit eine nur wenig entwickelte Respiration mit geringer Blut- und Muskelbildung. Der Körperbau ist mehr klein als gross, die Gewebe sind locker und weich, die wenig behaarte Haut zeigt geringe Elasticität, eine aufgehobene Falte schwindet langsam, die Farbe ist mehr blass als braun, der Knochenbau ist schwach und zart, der Kopf, von hinten angesehen, schmal, wird oft geneigt getragen, die Augen ohne lebhaften Glanz, die Lippen dünn, wenig roth gefärbt, die Zähne, oft defect, gelb oder schwarz, die ganze Mundhöhle weniger lebhaft geröthet als bei voriger

Constitution, der Nacken schmal, lang, allmählig in die schmalen Schultern übergehend, die Brust entweder platt oder von der Seite beschränkt, das Athmen rasch und bei jeder Gelegenheit leicht beschleunigt, die Geschlechtstheile wenig ausgebildet, wenig behaart, die Gliedmassen schlank, schwach und zart, der Gang langsamer, weniger fest auftretend, die Haltung weniger straff und aufrecht als bei der robusten Constitution, der Puls klein, schwach und durch äussere Einflüsse leicht zu beschleunigen. Diese Constitution begründet durch grosse Empfindlichkeit und geringes Wirkungsvermögen eine weit ausgebreitete Krankheitsanlage, die jedoch durch zweckmässige Lebensweise, Diätetik und Gymnastik sehr beschränkt werden kann. Ueberhaupt findet man sehr oft, dass Menschen mit starker Constitution sich für unverwüstlich halten, sich allen Schädlichkeiten und schwächenden Einflüssen aussetzen und dadurch sich nur gar zu oft zeitig an den Rand des Grabes bringen, während der Schwächling, seiner Schwäche bewusst, sich schonend ein hohes Alter erreicht.

Die arterielle Constitution beruht auf einem Vorherrschen des arteriellen Theiles des Gefässsystems. Dieselbe spricht sich äusserlich durch einen mehr schlanken Bau, lebhafte Haut- und Gesichtsfarbe, gut entwickelte Brust- und Respirationsorgane aus. Das Athmen ist demgemäss tief und leicht, der Herz- und Pulsschlag ist kräftig und voll, aber leicht zu beschleunigen, nach Heusinger[1]), das Blut hellroth, reich an Blutkörperchen, specifisch schwer und leicht gerinnbar. Diese Constitution, welche besonders jungen Männern und Bergbewohnern eigen ist, begründet eine Neigung zu Congestionen, Entzündungen mit rasch erfolgenden plastischen Ausschwitzungen und Krankheiten der Lungen.

Die venöse Constitution, auf ein Vorherrschen des venösen Gefässsystems begründet, zeigt weniger schlanken, mehr gedrungenen Körperbau, weniger lebhafte Hautfarbe, das Athmen ist nicht tief, die Brust hebt sich wenig dabei, der Herz- und Pulsschlag ist weich und wenig frequent, überhaupt das ganze Blut-

1) Heusinger, in Heusinger's Ztschr. f. d. org. Physik. I. 37.

leben langsam ohne Energie. Das aus der Ader gelassene Blut ist dunkler gefärbt, dickflüssiger als bei der arteriellen Constitution. Das Vorherrschen der Venen spricht sich äusserlich in den blauen Augen, leicht blau werdenden Lippen und stark entwickelten stets gefüllten Hautvenen aus. Diese Constitution ist dem weiblichen Geschlechte in spätern Lebensjahren eigen und liebt flache, besonders wasserreiche Gegenden; ferner entwickelt sie sich bei sitzender Lebensweise und bei dem Genusse der Spirituosa. Sie begründet eine Anlage zu Stockungen im Unterleibe, zum Hämorrhoidalzustand mit allen seinen Folgen, zu Krankheiten der Leber und der Milz, Fettsucht.

Die lymphatische Constitution, in einem Vorherrschen der weissen Säfte im Körper beruhend, zeigt einen mehr kleinen als grossen Körperbau, Haut und Gesichtsfarbe ist blass, Haare blond, Augen blau, wenig glänzend, alle Gewebe schlaff und weich, die Muskeln weich und kraftlos, die Schleimhäute blass mit reichlicher Absonderung versehen, der Blutlauf langsam, der Puls weich, das aus der Ader gelassene Blut enthält viel Serum, wenig Cruor. Diese Constitution findet sich am häufigsten bei dem weiblichen Geschlechte, in flachen sumpfigen Gegenden oder bei dem Aufenthalte in feuchten dunklen Stuben. Sie begründet eine Anlage zu langwierigen Krankheiten der Schleimhäute, zu Schleimflüssen, Schleimschwindsucht, und in andern Krankheiten bedingt sie einen langsamen, wenig günstigen Verlauf.

Müssen wir sonach in der arteriellen und venösen Constitution ein einseitiges Vorherrschen der einen oder der andern Art des Blutes und in der lymphatischen Constitution einen tiefen Stand des gesammten Blutlebens erkennen, so werden wir nicht weniger auch in der nervösen Constitution ein Ueberwiegen des Nervensystems und in der torpiden Constitution ein Zurücktreten desselben zugeben müssen.

Die nervöse Constitution ist äusserlich ausgezeichnet durch schlanken, zarten, doch nicht schlaffen Bau, durch feine fast durchsichtige Haut mit lebhaftem, wie angehauchtem Colorit und durch feine ausdrucksvolle Gesichtszüge. Die Ernährung ist gut, aber nicht zur Fettbildung geneigt, die Muskeln schlank

und zart, das Gefässsystem leicht beweglich. Das ganze Nervensystem ist sehr empfänglich, die Sinne sind scharf, das Reactionsvermögen hastig, ohne Ausdauer. Da die Innervationsströmungen sich nach jedem einzelnen Nervenzweige durch den Willen leicht dirigiren lassen, so sind alle Bewegungen leicht und fein. Jede Gemüthsbewegung macht im Gefäss- und Nervensysteme eine oft sehr bedeutende Aufregung. Diese Constitution entwickelt sich meist nur bei Frauen höherer Stände, bei denen schon von Kindheit her die Erziehung mehr auf geistige als körperliche Ausbildung gerichtet war, doch kommt sie auch bei Männern unter ähnlichen Verhältnissen vor. Dieselbe begründet eine Neigung zu Nervenkrankheiten, besonders zu Krämpfen.

Die torpide Constitution ist der Gegensatz der vorigen und ausgezeichnet durch plumpen groben Bau des ganzen Körpers. Die Haut ist grob, ohne Colorit, das Gesicht ohne Ausdruck, die Ernährung schlaff, zu einiger Fettbildung geneigt. Im Gefäss- und Nervensysteme ist wenig Empfänglichkeit für äussere Reize, die Sinnesorgane sind stumpf, und da nach Anregung des Willens die Innervation eines Gliedes gleichsam im Ganzen erfolgt, so contrahiren sich auch nicht die einzelnen Muskeln selbstständig, sondern sogleich in ganzen Gruppen, daher alle Bewegungen ungeschickt und plump sind. Diese Constitution findet sich meist, doch nicht ausschliesslich, bei Leuten niedern Standes von geringer geistiger Bildung, welche bei grober Nahrung schwere einfache Arbeiten verrichten müssen.

Obwohl diese Constitutionen sich mit verschiedenen Temperamenten verbinden können, so bemerkt man doch, dass nach einer gewissen innern Verwandtschaft einige Constitutionen sich häufiger diesem, andere jenem Temperamente zugesellen. So findet sich die robuste Constitution am häufigsten bei dem cholerischen und melancholischen Temperamente, die lymphatische und torpide Constitution bei dem phlegmatischen, die schwächliche, die arterielle und die nervöse Constitution mit dem sanguinischen Temperamente gepaart und endlich die venöse Constitution neben dem melancholischen und phlegmatischen entwickelt.

§. 144.

Die Körperform, Figur, der Habitus ist der Ausdruck der Richtung der bildenden Thätigkeit und also an sich noch nichts Krankhaftes, wie der schlanke, der gedrungene Habitus, doch bezeichnet man mit diesen Worten gewöhnlich eine schon einseitig gewordene, also fehlerhafte Richtung der Körperbildung. Näher bezeichnet wird sie durch ein Adjectiv, gebildet aus dem Namen der Krankheit, welcher die in Rede stehende Körperform gewöhnlich eigen ist. Man spricht daher von einem apoplektischen, phthisischen, skrophulösen, arthritischen u. s. w. Habitus, dessen nähere Betrachtung aber in die Pathologie gehört.

Anhang*).

Tabelle I.

Uebersicht der in 40 Jahren in Dresden in jedem Monate Gestorbenen.

Monate.	Es starben in den 40 Jahren v. 1735 b. 1774	Zahl der Tage des Monats in den 40 Jahren	Es starben täglich
Januar	7006	1240	5,65
Februar	7165	1130	6,34
März	7746	1240	6,25
April	8286	1200	6,90
Mai	8301	1240	6,70
Juni	7141	1200	5,95
Juli	6518	1240	5,26
August	6879	1240	5,55
September	6623	1200	5,52
October	6111	1240	4,93
November	5974	1200	4,98
December	6843	1240	5,52

Tabelle II.

Uebersicht der in dreistündigen Zeiträumen während der Jahre 1821 bis 1837 täglich Statt gefundenen Sterblichkeit in Dresden, mit Einschluss der Todtgeborenen.

Nach Mitternacht						Vormittag					
von 12 bis 3 Uhr.			von 3 bis 6 Uhr.			von 6 bis 9 Uhr.			von 9 bis 12 Uhr.		
Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.
1904	2050	3954	2330	2409	4739	2133	2175	4308	1928	2037	3956
Darunter befanden sich Todtgeborene:											
62	43	105	60	56	116	57	55	112	54	42	96

Nachmittag						Vor Mitternacht					
von 12 bis 3 Uhr.			von 3 bis 6 Uhr.			von 6 bis 9 Uhr.			von 9 bis 12 Uhr.		
Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.
1771	1827	3598	1856	1868	3724	1665	1767	3432	1633	1670	3303
Darunter befanden sich Todtgeborene:											
55	43	98	70	38	108	66	47	113	54	48	102

*) Die hier folgenden Tabellen sind aus Meyer's Topographie und Statistik von Dresden entnommen.

Tabelle III.

Uebersicht der in den einzelnen Mondphasen der Jahre 1821 bis 1837 in Dresden Gestorbenen, incl. der Todtgeborenen.

Mondwechsel.	Männl.	Weibl.	Summa.	Todtgeb.
Neumond	3841	3952	7793	225
Erstes Viertel	3826	3961	7787	189
Vollmond	3812	3986	7798	212
Letztes Viertel	3741	3904	7645	224
Summa	15,220	15,803	31,023	850

Tabelle IV.

Uebersicht der in den Jahren 1828 bis 1837 von den lutherischen Bewohnern zu Dresden Gestorbenen und zwar nach Tagen, an welchen die eine oder die andere Windrichtung vorherrschend war.

Winde.	Zahl der Gestorbenen.			Zahl der Tage, an welchen die Winde vorherrschten.	Es starben täglich:		
	Männl.	Wbl.	Summa.		Männl.	Wbl.	Summa.
Nord . .	263	272	535	107	2,46	2,54	5,00
Nordost .	290	301	591	101	2,87	2,98	5,85
Ost . . .	626	651	1277	203	3,08	3,21	6,29
Südost . .	1643	1583	3226	578	2,84	2,74	5,58
Süd . .	472	502	974	198	2,38	2,54	4,92
Südwest .	904	953	1857	292	3,10	3,26	6,36
West . .	2228	2367	4595	861	2,59	2,75	5,34
Nordwest	1257	1245	2502	540	2,33	2,30	4,63
Still . .	1898	1832	3730	773	2,44	2,37	4,82

Tabelle V.

Uebersicht der in den Jahren 1821 bis 1837 geborenen Kinder, zusammengestellt nach den Monaten.

Es wurden geboren im Monat	Knaben	Mädchen	zusammen	Zahl der Tage in jedem Monate aller 17 Jahre.	Es wurden täglich geboren
Januar . .	1472	1297	2769	527	5,25
Februar . .	1278	1260	2538	480	5,28
März . . .	1478	1433	2911	527	5,52
April . . .	1382	1286	2668	510	5,23
Mai . . .	1442	1415	2857	527	5,42
Juni . . .	1278	1294	2572	510	5,04
Juli . . .	1409	2131	2640	527	5,01
August . .	1332	1257	2589	527	4,91
September .	1348	1249	2597	510	5,09
October . .	1260	1205	2465	527	4,67
November .	1326	1253	2579	510	5,06
December .	1293	1256	2549	527	4,38
Summa	16,298	15,436	31,734	6209	5,17

Unter 100 Geborenen waren 51,35 Knaben und 48,64 Mädchen.

Tabelle VI.

Uebersicht der in den Jahren 1821 bis 1827 geborenen Kinder, zusammengestellt nach den Taufregistern der evangelischen Bewohner, nach Stunden.

Nach Mitternacht						Vormittag					
von 12 bis 3 Uhr.			von 3 bis 6 Uhr.			von 6 bis 9 Uhr.			von 9 bis 12 Uhr.		
Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.
2375	2213	4588	2306	2140	4446	2048	1952	4000	1821	1745	3566

Nachmittag						Vor Mitternacht					
von 12 bis 3 Uhr.			von 3 bis 6 Uhr.			von 6 bis 9 Uhr.			von 9 bis 12 Uhr.		
Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.	Mnl.	Wbl.	Sa.
1667	1599	3266	1849	1763	3612	2003	1942	3945	2229	2082	4311

Tabelle VII.

Uebersicht von 18,707 Conceptionen nach den Mondphasen, während welcher sie Statt fanden.

Mondphasen	Zahl der Conceptionen überhaupt	dadurch wurden erzeugt Knaben	dadurch wurden erzeugt Mädchen	Die Zahl der Mädchen verhalt sich zu der der Knaben wie 1 zu
Neumond . .	4684	2438	2246	1,085
Erstes Viertel .	4706	2395	2311	1,036
Vollmond . .	4812	2536	2276	1,114
Letztes Viertel	4505	2295	2210	1,038
Ueberhaupt	18,707	9664	9043	1,069

Erklärung der Abbildungen.

Tab. I.

Fig. 1 bis 5*a*. Entwickelung der Zelle im Allgemeinen und der Epidermis ins Besondere.

Fig. 1. *a*. Elementarkörner von Blastem umgeben. *b*. Dergleichen in Häufchen gruppirt und von einer zarten Hülle eingeschlossen. *c*. Dieselben durch Essigsäure ihrer Hülle beraubt. *d*. Elementarkörner in Gruppen von einer vollendeten Hülle umgeben, um in einen Zellenkern mit Kernkörperchen überzugehen. Vergl. S. 206.

Fig. 2. *a*. Zellenkern mit Kernkörperchen. *b*. Einer dergleichen, auf dessen Oberfläche sich eine zarte Haut als Zellenhaut erhebt. *c*. Zelle mit grossem Kerne ohne Kernkörperchen.

Fig. 3. Zellen, welche sich in Epidermis verwandeln. *a*. Zellen, in denen wegen Trübung der Hülle oder des Inhaltes der Kern nicht bemerkt werden kann. *b*. Diese Zellen werden durch ein dickes Plasma zu einer membranartigen Schicht zusammengehalten. Vergl. S. 287.

Fig. 4. Dieselben Zellen wegen beginnenden Verhornungsprocesses abgeplattet, sie sind daher auch durchscheinender als vorige und der Kern ist wieder sichtbar geworden.

Fig. 5*a*. Dieselben Zellen vollständig verhornt, nur hier oder da ist noch der Kern zu bemerken.

Fig. 5*b*. bis Fig. 8. Ein anderer Gang der Zellenbildung. Vergl. S. 207.

Fig. 5*b*. *a*. Elementarkörner im Plasma. *b*. Dieselben von einer Hülle umgeben. *c*. Dieselben von einer weitern Hülle umschlossen.

Fig. 6. Der Zellenkern hat sich gebildet, im Innern sind die Elementarkörner weniger scharf zu sehen, dafür ist ein Kernkörperchen aufgetreten. Auf den Umfang dieses Kernes haben sich aufs Neue Elementarkörner abgelagert.

Fig. 7. Vollendete Zelle, indem sich die auf dem Umfange des Kernes abgesetzten Elementarkörner *b*. wiederum mit einer Haut *a*. umgeben haben. Die Elementarkörner im Innern des Kernes *c*. sind merklich blässer geworden und ein Kernkörperchen *d*. ist aufgetreten.

Fig. 8. Vollendete und wahrscheinlich ältere Zelle mit dicker Hülle *a.* und zahlreichen Elementarkörnern *b.*

Fig. 9. Krystalle aus dem Labyrinthe des Menschen in verschiedener Vergrösserung. Vergl. S. 239.

Fig. 10. Blutkörperchen, vom Rande und von der Fläche gesehen. Vergl. S. 247.

Fig. 11. Pigmentzellen, bei *a.* die zarten begrenzenden Conturen, bei *b.* der Zellenkern. Vergl. S. 265.

Fig. 12. Pigmentzellen ganz mit Pigment gefüllt.

Fig. 13. Ramificirte Pigmentzellen verschiedener Form, die Fortsätze endigen kolbig. Vergl. S. 268.

Fig. 14. Dergleichen Pigmentzellen, an denen aber die Pigmentkörner nicht mehr zu unterscheiden sind und die Fortsätze spitz endigen. Ich halte sie für älter als die vorigen.

Fig. 15. Fettzellen (zu dunkel gehalten), auf einzelnen derselben bemerkt man strahlige Figuren von Stearinkrystallen. Vergl. S. 263.

Fig. 16. Hornplättchen des Nagels, durch Essigsäure deutlich gemacht.

Fig. 17. Querdurchschnitt des Nagels. *a.* Die Leistchen an der untern Fläche derselben. *b.* Seitlicher Zusammenhang derselben unter einander. *c.* Deutliche Grenze zwischen der Substanz des Nagels und dieser Leistchen. Vergl. S. 295.

Fig. 18. Querdurchschnitt des Nagels eines sechsmonatlichen Fötus.

Fig. 19. Haarschaft. Vergl. S. 300.

Fig. 20. Einzelne Schüppchen von denen, welche den Haarschaft bedecken.

Fig. 21. Haarschaft. *a.* Die Rindensubstanz, deren faserige Structur durch Schwefelsäure deutlich gemacht worden ist. *b.* Der Centralcanal.

Fig. 22. Haarwurzel. *a.* Aeussere Schicht der Wurzelscheide. *b.* Innere Schicht derselben. *c.* Oeltropfen zwischen dieser und dem Haarschafte. *d.* Die Rindenschicht des Haares. *e.* Die untere Grenze der Rindenschicht, welche, trichterförmg erweitert, auf *f.*, dem Haarkeime, aufsass, in unserm Präparate aber etwas davon entfernt war. Vergl. S. 302.

Fig. 23. Aechter Knorpel. *a.* Intercellularsubstanz. *b.* Knorpelhöhlen. *c.* Eine am Schnittrande liegende Knorpelhöhle. Vergl. S. 310.

Fig. 24. Faserknorpel. *a.* Intercellularsubstanz.

Fig. 25. *a.* Bindegewebe mit *b.* eingestreuten elastischen Fasern.

Fig. 26. Sehnenfasern.

Fig. 27. Bindegewebige Grundlage der Bauchhaut.

Tab. II.

Fig. 1. Verknöcherung. *a.* Die in Reihen dicht gedrängten Knorpelzellen. *b.* Dieselben mit einem hellen Saume umgeben und bei

c. wieder weiter aus einander gerückt. *d.* Die von diesen Säumen ausgehende Verknöcherung der Grundsubstanz oder Intercellularsubstanz. *e.* Frühere Knorpelzellen, welche in ihren Wänden sich verdicken, *f.* darin Knochenerde aufnehmen und nach Art der Porencanälchen die *canaliculi chalicophori* darstellen. *g.* Fertiges Knochenkörperchen. *h.* Markcanälchen. Vergl. S. 324.

Fig. 2. Querdurchschnitt eines Röhrenknochens. *a.* Grundmasse des Knochens mit den die Markcanälchen concentrisch umgebenden Ringen. *b.* Segmente grösserer Ringe. *c.* Nicht geschlossener Ring. Zwischen und hier und da auf diesen Ringen kann man die Knochenkörperchen wahrnehmen. Vergl. S. 317.

Fig. 3. Längsdurchschnitt eines Röhrenknochens. *a.* Markcanälchen mit einem verbindenden Queraste.

Fig. 4. Zahnsubstanz. *a.* Die röhrige Masse des Zahnes. *b.* Seitliche Anastomosen dieser Röhren. *c.* Schmelz. *d.* Schief über die Schmelzprismen verlaufende braune Streifen. Vergl. S. 330.

Fig. 5. Querdurchschnitt der röhrigen Substanz, stärker vergrössert.

Fig. 6. *Tunica dartos*, aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehend. Vergl. S. 362.

Fig. 7. Elastische Fasern aus dem Nackenbande eines Pferdes. *a.* Theilungsstellen derselben.

Fig. 8. Dergleichen Fasern aus den untern Stimmritzenbändern des Menschen.

Fig. 9. Dergleichen aus der Haut der Schenkelschlagader des Menschen.

Tab. III.

Fig. 1. Einige primitive Bündel quergestreifter Muskeln, in *a.* gehen die Streifen fast gerade über das ganze Bündel, in *b.* sind dieselben gegliedert.

Fig. 2. Zwei primitive Bündel. *a.* Primitive Muskelfasern. *b.* Deutliche Ansicht der Scheide des Bündels. *c.* Von einem Bündel zum andern gehende Fäden. Vergl. S. 376.

Fig. 3. Verbindung der Muskelbündel mit den Sehnenfasern.

Fig. 4. Entwickelungsstadium der Muskelbündel. *a.* Linear an einander gereihete Zellen mit Kernen. *b.* Die Scheidewände der Zellen sind geschwunden und die querstehenden Kerne sind einander näher gerückt. *c.* Die Kerne sind nur als ein fein körniges Wesen in der Mitte der gebildeten Röhre zu bemerken. Die Wand ist verdickt und zeigt deutliche Längsstreifung. Vergl. S. 384.

Fig. 5. Glatte Muskelfasern. Vergl. S. 373.

Fig. 6. Ausschnitt aus der Iris des Menschen. *a.* Bündel der radial verlaufenden Muskelfasern. *b.* Kreismuskelfasern. *c.* Nervenbündel, welche ihre peripherischen Endschlingen machen. Ueberall sind Zellenkerne eingestreut. Vergl. S. 371. u. 421.

Fig. 7. Ein keulenförmiges Nervenkörperchen im Zusammenhange mit dem Primitivcylinder. Vergl. S. 396.

Fig. 8. Ein mit mehrern Fortsätzen versehenes Nervenkörperchen.

Fig. 9. *a.* Feinkörnige Grundlage der grauen Hirnsubstanz. *b.* Ein grösseres rundes Nervenkörperchen.

Fig. 10. Nervenknoten eines Blutegels. *A.* Eintretende oder hintere, *B.* austretende oder vordere und *C.* seitliche Nerven. *a.* Keulenförmige Nervenkörperchen. *b.* Eins dergleichen von dem Zusammenhange mit dem Primitivcylinder abgerissen. *c.* Scheide des Ganglion. Vergl. S. 433.

Fig. 11. Nervenprimitivcylinder. Vergl. S. 402.

Fig. 12. Hirnsubstanz aus der *Valvula cerebelli anterior.*

Fig. 13. Nervenprimitivcylinder einige Zeit nach dem Tode. Vergl. S. 403.

Fig. 14. Ausbreitung des Hörnerven auf dem oblongen Säckchen des Vorhofes. Vergl. S. 417.

Fig. 15. Atrophische Nervencylinder 6 bis 8 Wochen nach der Durchschneidung und Abtrennung vom Centralorgane. Vergl. S. 404. u. 445.

Fig. 16. Capillargefässe aus der Retina. Vergl. S. 484.

Fig. 17. Darmzotte aus dem Dünndarme des Menschen. *a.* Eintretende Arterie, *b.* austretende Vene, *c.* Lymphgefäss, welches an der Spitze der Zotte sich zu einer keulenförmigen Höhle ausdehnt. Diese Darstellung ist aus mehrern Beobachtungen zusammengesetzt.

Fig. 18. Zur Entstehung der Haargefässe nach Schwann. Vergl. S. 488.

Verbesserungen.

S. 27. Z. 4. lese man „Chrysalide“ statt „Chryfalide“.
„ 27. „ 21. u. S. 28. Z. 1. lese man „Trematoden“ statt „Tremataden“.
„ 28. „ 15. lese man „Cottus“ statt „Cattus“.
„ 44. „ 32. „ „ „Thätigkeiten“ statt „Thätlichkeiten“.
„ 53. „ 32. „ „ „aq. + aq.“ statt „aq. aq.“
„ 60. „ 5. „ „ „der chemischen“ statt „zu chemischen“.
„ 64. „ 22. „ „ „19, Hornstoff“ statt „19, Harnstoff“.
„ 113. „ 1. „ „ „Pr. 15 + S.“ statt „Pr. 15 S.“
„ 121. „ 33. „ „ „basisches essigsaures“ statt „essigsaures“.
„ 145. „ 26. „ „ „organischen“ statt „unorganischen“.
„ 147. „ 33. u. an einigen andern Orten lese man „Schultz“ statt „Schulz“.
„ 163. „ 7. in der Formel lese man „N2 O1“ statt „N2 N1“.
„ 171. letzte Z. lese man „*calculous*“ statt „*calcoalous*“.
„ 191. Z. 22. lese man „Leeuwenhoek“ statt „Leeuvenhoek“.
„ 210. letzte Z. lese man „Plasma“ statt „Blasma“.
„ 228. Z. 11. lese man „und der Ernährung“ statt „zu der Ernährung“.
„ 303. „ 12. „ „ „Scheidenschicht“ statt „Wurzelschicht“.
„ 306. „ 31. „ „ „Hohlkugel“ statt „Halbkugel“.
„ 339. „ 13. u. an einigen andern Orten lese man „Sömmerring“ statt „Sömmering“.
„ 355. „ 18. lese man „als etwas“ statt „etwas“.
„ 355. „ 20. „ „ „zu betrachten sei“ statt „sei“.
„ 370. „ 11. „ „ „glatte Fasern“ statt „glatte Flächen“.
„ 374. „ 24. „ „ „dem Rumpfe“ statt „den Rumpfrändern“.
„ 414. „ 22. „ „ „*tubulas*“ statt „*tabulas*“.
„ 439. „ 3. ist anzufügen: „2) die Remak'schen Fasern“.
„ 476. „ 13. lese man „psychische“ statt „physische“.
„ 485. „ 21. „ „ „in der Schleimhaut“ statt „in den Zellen“.
„ 569. „ 15. ist dem Satze „7)“ vorzustellen.
„ 597. „ 14. lese man „wechselnde“ statt „wachsende“.

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

M. Krantz del.

F. E. Hartig sc.

Tab. II.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.

M. Krantz del.

J. Keyl sc.

Tab. III.

M. Krantz del.

J. Keyl sc.